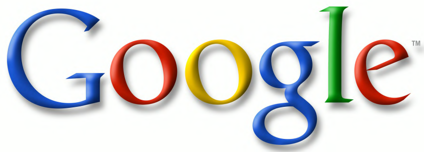
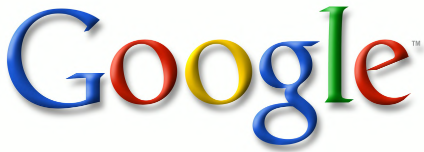

Google


Google



MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

ESTUDIOS DE IRRIGACIÓN



RIOS NEGRO Y COLORADO



Informe del Ingeniero **CÉSAR CIPOLLETTI**



(Anexo á la Memoria del Ministerio de Obras Públicas)



BUENOS AIRES

EST. TIPOGRÁFICO DE LA «REVISTA TÉCNICA», MAIPÚ 469

1899.

Minister of Foreign Affairs of the
Argentine Republic

Buenos Aires, Diciembre 31 de 1898.

Estando cometida al Ministerio de Obras Públicas por la ley número 3927 la construcción de canales de irrigación y habiendo conveniencia á esos objetos en proceder al estudio de los ríos Neuquén, Limay, Negro y Colorado;

El Presidente de la República.

DECRETA:

Art. 1º Comisiónase al Ingeniero Don César Cipolletti, para que, previa una inspección personal, redacte una memoria preliminar sobre el mejor y más conveniente aprovechamiento de las aguas de los mencionados ríos para aplicarla á la irrigación de los territorios que recorren.

Art. 2º Los estudios comprenderán:

1) Una suscinta descripción física de los territorios;

2) Una determinación aproximada, en cuanto sea posible, del volumen del agua aprovechable para la irrigación, de los ríos Negro, Colorado, Neuquén y Limay, según las observaciones directas que se obtengan, las yá obtenidas por otras anteriores ó deducidas por analogía de otras regiones;

3) Un estudio sumario referente á la posibilidad de transformar los grandes lagos y lagunas tributarias de dichos ríos que están ubicados en la cordillera, en grandes depósitos de agua, á objeto de disminuir el volumen de las crecientes y aumentar el de las bajantes, ó sea, de transformar las aguas perjudiciales de los ríos, en aguas útiles.

Este estudio será acompañado de una comparación del régimen actual de dichos ríos con el que se obtendría con la gradual transformación de los lagos y lagunas en depósitos artificiales y de una exposición de los beneficios correspondientes;

4) Posibilidad y conveniencia de sacar un canal del río Negro hacia el puerto de San Antonio, otro hacia el de San Blas y un tercero para los terrenos comprendidos en el égido de Viedma;

5) Estudio sobre la extensión de tierras que puede regarse con las aguas de los ríos indicados, teniendo en cuenta, en cuanto á la cantidad de agua que se destine á esos fines, las exijencias de la navegación del río Negro. Estudio de las zonas más apropósito para ser irrigadas, así como también sobre los diversos sistemas de riego á usarse según la naturaleza y pendiente disponible de los terrenos;

6) Programa de los estudios definitivos á ejecutarse sobre el terreno, para formular un proyecto de ejecución gradual completo de todas sus partes.

Art. 3° El Ingeniero Señor Cipolletti deberá informar con preferencia respecto del estado del canal Roca, indicando los trabajos que sea posible ejecutar inmediatamente, para asegurarle una dotación de agua en la presente estación; así como sobre las obras definitivas que convenga realizar allí, después, para mantenerlo en lo sucesivo en regular estado de servicio.

Art. 4° Por los Ministerios de Relaciones Exteriores, Guerra. Marina y Agricultura se pondrán á disposición del Ingeniero Cipolletti, los datos y antecedentes que existan en cada uno de ellos, relativos á su comisión, para facilitar su desempeño, y por los tres primeros. los elementos de movilidad ó auxilios sobre el terreno.

Art. 5° Comuníquese, publíquese, insértese en el R. N.

ROCA.

EMILIO CIVIT.

Buenos Aires, Septiembre 6 de 1899

A S. E. el señor Ministro de Obras Públicas,

DR. EMILIO CIVIT.

Tengo el honor de presentar á V. E. el informe relativo á los estudios sobre el mejor y más conveniente aprovechamiento de las aguas de los ríos Limay, Neuquén, Negro y Colorado, para aplicarlas á la irrigación de los territorios que recorren; estudios que fueron encomendados al suscripto por Decreto del Superior Gobierno de fecha 31 de Diciembre del año pasado.

Por decretos posteriores, el Superior Gobierno resolvió que la Comisión de estudios, á que se refiere el indicado, se compondría además del suscripto como Jefe de la misma, de los ingenieros Sr. Gunardo Lange como segundo Jefe y los señores B. Leonardo Böhm y Oreste Vulpiani. En Febrero del corriente año fué agregado á la Comisión, con destino á los trabajos del Canal Roca, el ingeniero Sr. Federico Campolieti.

Habiendo recibido las instrucciones indicadas en el decreto mencionado, la Comisión prosiguió los trabajos ya iniciados anteriormente; para recojer y estudiar todos los datos que pudieran conseguirse en forma de mapas y descripciones de las regiones en cuestión, habiendo sido de gran utilidad para nuestro cometido los planos, que nos fueron facilitados por la Dirección de Tierras y Colonias y por la Comisión de Límites con Chile.

En los primeros días del mes de Febrero estaba todo listo para la salida de la Comisión: los instrumentos, útiles de campamento y provisiones adquiridas, y los animales necesarios para los diferentes viajes en parte alquilados en la Gobernación del Neuquén y en parte facilitados por la División de los Andes, de la caballada del Ejército Nacional que se hallaba en Choele-Choel.

El 14 de Febrero se encontró toda la Comisión reunida en General Roca, donde se procedió á los últimos arreglos para los diferentes viajes, y se entregaron á los ingenieros las instrucciones para la ejecución de los estudios parciales.

Tan luego como las subcomisiones hubieron concluido sus

preparativos, emprendieron viaje á sus destinos respectivos, y el 26 de Febrero todo el personal de la Comisión había salido de Roca.

El trabajo de campaña se subdividió y distribuyó entre los ingenieros de la Comisión del modo siguiente:

El Jefe de la Comisión acompañado por el ingeniero Lange recorrió y estudió personalmente parte del valle del Neuquén, el canal Roca y todo el valle del Rio Negro, recorriendo también parte del Colorado. El señor Lange hizo durante este viaje un reconocimiento hasta el Puerto de San Antonio, prosiguiendo luego con el estudio de la zona marítima al Norte del Río Negro hasta el puerto de San Blas y del valle del Colorado desde el meridiano correspondiente á Roca hasta el mar.

El ingeniero Böhm estudió los valles del Río Neuquén y sus principales afluentes; el Río Barrancas desde su salida del Lago Carri-Lauquén y el Río Colorado hasta el meridiano mencionado, efectuando á su regreso á Roca los levantamientos y nivelaciones necesarias para poder construir un plano acotado de una pequeña parte del valle del Río Negro.

El Ingeniero Vulpiani recorrió los valles del Río Limay y su afluente el Collón-Curá y estudió los desagües de los lagos Nahuel-Huapí, Traful y Metiquina, así como la gran cuenca de Vidal en la margen izquierda de la parte inferior del Río Neuquén, ocupándose, por fin, del estudio del Canal Roca.

El ingeniero Campolieti efectuó los trabajos necesarios para el estudio del Canal Roca y acompañó después al Sr. Böhm en los estudios y levantamientos arriba indicados.

En la Lámina II que acompaña esta memoria, están indicados los itinerarios generales recorridos por las diferentes subdivisiones de esta Comisión.

Los trabajos en campaña ocuparon los meses de Marzo, Abril y Mayo, encontrándose á mediados del mes de Junio toda la Comisión de regreso en esta Capital, después de haber sido en parte detenida en Roca por las inundaciones del Río Negro.

Los meses trascurridos hasta la fecha han sido empleados en la confección y redacción de la presente memoria; y en los estudios del Canal Roca, así como del desagüe é irrigación de los terrenos ocupados por la laguna de Viedma, los que se presentan por separado.

Por lo que respecta al mérito de la memoria misma, espero que ella responderá, siquiera, al principal objeto que tuvo en vista V. E. al confiarme la honrosa misión; y que conceptúo debe concretarse á la confección de una especie de inventario de todas las riquezas naturales, aplicables á la agricultura é industrias afines, que se encuentran en los territorios objeto de los estudios practicados por esta Comisión.

Tres zonas llaman especialmente la atención en esas regiones, por sus condiciones de prosperidad latente: la Alta Cordillera con sus grandes bosques, sus espléndidas praderas naturales y sus minas; el fondo de los anchos valles de los ríos, y sobre todo el del Río Negro, para la agricultura y la colonización; y las costas del Océano que se prestan á la formación de centros de poblaciones agrícolas y marítimas al mismo tiempo.

En cuanto al agua, la hay suficiente para regar más de un millón de hectáreas, es decir, más de la mitad de todo el Egipto y por lo general en condiciones de feracidad no inferiores á ese privilegiado país; y como en éste situadas, en su mayor parte, á ambas márgenes de un río caudaloso, que un día no lejano tendrá libre acceso desde el Atlántico y permitirá una fácil navegación hasta el gran lago Nahuel-Huapí, es decir, hasta no más de 30 ó 40 kilómetros de distancia de los puertos del Pacífico.

La única dificultad seria que puede detener el espléndido porvenir reservado al gran valle del Río Negro es el flagelo de las grandes inundaciones, á que periódicamente está sujeto. Pero, por fortuna, un concurso feliz de circunstancias naturales permite resolver también este grave problema en modo seguro, sencillo y económico.

Calculando la densa población que podrá vivir en esas regiones dedicada á un cultivo intensivo, y la que encontraría también su subsistencia en la explotación de los bosques, de las minas y de la ganadería, dispersa sobre una superficie 20 veces superior á la anterior, no es exajerado decir que habrá lugar en ellas para proporcionar una existencia fácil á dos millones de habitantes.

Si los resultados á que ha llegado esta Comisión, demuestran cuanto fué acertada la iniciativa de V. E. al disponer el estudio de esta parte de la República, que tantas promesas ofrece de un gran porvenir; no escapará por otra

parte al elevado criterio del señor Ministro, que no serán pocas las dificultades á vencer para conducirlo con paso seguro á esa meta. Todo está allí, puede decirse, en estado vírgen; lo que, si tiene sus inconvenientes, presenta también sus ventajas; entre éstas, la posibilidad de organizarlo todo bajo un programa bien definido, á desarrollarse en un período más ó menos largo segun mejor convenga.

Más, para formular á ciencia cierta tal programa, esta Comisión no reputa suficientes los datos algo vagos é incompletos, que ha podido recojer directamente.

Para ello será necesario instituir una serie de observaciones metódicas y experimentos, especialmente con el objeto de determinar el aforo de los ríos, aprovechando de este mismo período de tiempo para efectuar estudios sumarios de algunos de los grandes canales; así como para iniciar el riego en varios puntos, aunque fuera con métodos provisorios, levantando, por ejemplo, el agua con maquinarias á vapor, á fin de recojer otros datos seguros, de orden económico, no menos importantes.

La descripción detallada de esos estudios, la forma en que deberá iniciarse el riego, como los presupuestos correspondientes, figurarán en el penúltimo capítulo de esta memoria, el cual, bajo este punto de vista, expresa la conclusión práctica de la investigación general ordenada por V. E.

En el último capítulo de la memoria, me he permitido indicar también cuales podrían ser, según la experiencia propia del que suscribe, las disposiciones legislativas á tomarse y la forma más conveniente en que los poderes públicos podrían intervenir para el más rápido y seguro desarrollo de la colonización de esas regiones, teniendo bien presente que estas cuestiones son muy complejas y susceptibles de muy distintas soluciones, según circunstancias especiales que solo se hallan al alcance de las personas que ocupan los más altos cargos del Estado.

Creyendo así haber respondido á los elevados propósitos que guiaron á V. E. al confiarme la misión de que aquí doy cuenta, saludo al señor Ministro con mi consideración más distinguida.

César Cipolletti.

MINISTERIO
DE
OBRAS PÚBLICAS

Buenos Aires, Septiembre 7 de 1899

Publíquese el informe que se acompaña y remítase al H. Congreso como anexo á la Memoria del Ministerio.

CIVIT

ÍNDICE

Pág.

Primera Parte

DESCRIPCIÓN FÍSICA GENERAL

CAPITULO I

CAPÍTULO II – ASPECTO OROGRÁFICO Y VEGETACIÓN

CAPÍTULO III – CLIMA

CAPÍTULO IV – HIDROGRAFÍA

CAPÍTULO V – RÉGIMEN DE LOS RÍOS

Segunda Parte

DESCRIPCIÓN DE LOS VALLES

Pág.

Tercera Parte

IRRIGACIÓN

CAPÍTULO X — PRINCIPIOS GENERALES DE LA IRRIGACIÓN

CAP. XI — APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL CAPÍTULO ANTERIOR Á LAS REGIONES ESTUDIADAS

CAPÍTULO XII — AGUAS DISPONIBLES Y SU POTENCIALIDAD DE RIEGO

CAPÍTULO XIII — SISTEMAS DE RIEGO APLICABLES EN LAS DISTINTAS REGIONES

Pág.

Quinta Parte

PROGRAMA

CAPÍTULO XXIV—ESTUDIOS Á EFECTUARSE Y OBRAS QUE PUEDEN INICIARSE

CAPÍTULO XXV

APÉNDICE

LÁMINAS

FÉ DE ERRATAS

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
37	33	ó sea 1,^{m}50 debajo	1,^{m}50 debajo
49	39	cuanto á la resistencia	cuanto la resistencia
63	28	Productos agrícolas	(suprímase)
73		Pera	Peral
84	7	una lista color siena que indica	rayitas negras (normales) que indican
88	28	*p* y *q*	*p* y *n*
88	Nota	del mismo punto	de los mismos puntos
102	15	forma	no forma
118	25	Filohuen	Filohuehuen
123	4	500	5000
154	28	mayor	menor
180	1	Capítulo X	Capítulo XI
218	6	contrífugas	centrífugas
219	23	por cada corte	por cada corte y por hectárea
221	19	cien toneladas	cien toneladas por hectárea
222	19	del valle	de los valles
222	21	al valle	al valle del Río Negro
240	34	habitación	habilitación
246	8	aumentar en un 40 %	duplicar
273	14	mínimo	máximo
277	7	hasta que	mientras
278	1	hasta que	mientras
280	2	variablemente	invariablemente
282	10	cuando sino más	cuando más
287	6	igual á	igual á la mitad

PRIMERA PARTE

Descripción física general

Cap. I - Límites de las regiones estudiadas. — Cap. II - Aspecto orográfico y vegetación. — Cap. III - Clima. — Cap. IV - Hidrografía. — Cap. V - Régimen de los ríos. — Cap. VI - Aforo de los ríos.

CAPÍTULO I

LÍMITES DE LAS REGIONES ESTUDIADAS

La región cuyos estudios fueron confiados á esta comisión abarca los territorios bañados por los ríos Negro, Colorado y sus afluentes, los que nacen en la Cordillera de los Andes, entre las latitudes extremas de 35° y 41°30', es decir, desde las vertientes más elevadas del Río Grande, el tributario del Colorado que se halla más al Norte, hasta las cabeceras de los arroyos del lado Sud, que llevan sus aguas al lago Nahuel Huapí y al Río Limay.

La extensión de esta región alcanza, en la Cordillera, á unos 700 kilómetros de Norte á Sud, y su ancho, desde la Cordillera al Atlántico, no baja de 800 kilómetros.

La sola indicación de estas cifras, cuyo producto representa una superficie superior á la de la Francia, así como el limitado tiempo y personal de que se disponía, bastan para evidenciar que la acción de la Comisión debió circunscribirse

á lo que más directamente interesaba al problema que tenía por misión resolver, ó sea: al estudio de aquellas zonas que pudieran eventualmente ser beneficiadas por el riego

Por estas consideraciones, la Comisión limitó sus reconocimientos á la zona comprendida entre los ríos Colorado y Negro, desde sus orígenes en la Cordillera hasta el mar, sin preocuparse ni de los territorios situados al Norte del Colorado, ni de los que se hallan al Sud del Río Negro, con excepción, en el último caso, de la parte que pudiera interesar á la habilitación del puerto de San Antonio, cuya provisión de agua estaba comprendida en los estudios encomendados á la Comisión.

Aunque reducida dentro de los límites indicados, la extensión de territorios á recorrer no bajaba de *doscientos mil kilómetros cuadrados,* extensión enorme en la que se habría perdido nuestra acción, si ésta no se hubiera limitado siempre á lo extrictamente necesario, recorriendo con preferencia los valles de los ríos, y ocupándose tan solo de las partes altas laterales, cuando alguna razón especial indicaba la conveniencia de hacerlo.

Por estos mismos motivos, las observaciones relativas á las condiciones físicas de estos territorios aparecerán tal vez algo deficientes é incompletas. Pero se debe tener presente que esta Comisión no podía, sino dentro de un cierto límite, recoger datos directos, y que muchas de las investigaciones que podrían haberse hecho, aunque interesantísimas bajo el punto de vista geográfico ó científico general, no interesan directamente al problema que nos ocupa.

A fin de suplir á las deficencias de sus propias investigaciones, la Comisión ha aprovechado de las que ha podido recoger en distintas publicaciones ilustrativas de estas regiones, como ser: la titulada «Reconocimiento de la Región Andina», del doctor Francisco P. Moreno; las publicaciones del señor Coronel Olascoaga que fué, durante un largo período, gobernador del Neuquén; la interesantísima obra «Estudios generales sobre los ríos Negro, Limay y Collón-Curá y lago Nahuel-Huapi,» del hoy Capitán de Fragata señor Santiago S. Albarracín que figura desde hace ya muchos años entre los más apasionados é inteligentes exploradores de esa zona

del territorio nacional; y. finalmente, la obra del doctor Gualterio S. Davis, «Clima de la República Argentina», que forma parte del segundo Censo de la República.

En la lámina II, se hallará un itinerario completo del recorrido efectuado por los distintos miembros de la Comisión. de modo que es fácil darse cuenta exacta de cuales han sido las regiones directamente observadas.

Para mayor claridad. se hará una descripción general. lo más breve posible. de toda la región observada en su conjunto, y, luego, la parcial y más detallada de las zonas consideradas de mayor importancia bajo nuestro punto de vista especial. las que se concretarán casi exclusivamente á los valles de los grandes ríos.

CAPÍTULO II

ASPECTO OROGRÁFICO Y VEGETACIÓN

§ 1º Subdivisión en tres zonas — § 2º Alta Cordillera — § 3º Contrafuertes — § 4º Altiplanicie Patagónica.

---

§ 1º Subdivición en tres zonas.

Toda la región comprendida entre los límites establecidos en el párrafo que antecede, en cuanto á su modelación exterior, puede considerarse dividida en tres grandes zonas, que son:

1ra zona — Alta-Cordillera;
2da » — Contrafuertes de la Cordillera:
3ra » — Altiplanicie Patagónica.

La primera, la forma el macizo de la Cordillera, que constituye la parte más elevada. con sus altas cimas y cerros volcánicos interpuestos entre cuencas ó depresiones relativamente hondas.

Alcanza á una altura de 1000 á 4 mil metros sobre el nivel del mar, y un ancho variable, aunque siempre relativamente estrecho, entre 20 y 50 kilómetros.

Sigue la zona inferior, que podemos considerar como extendida hasta la longitud geográfica de la última parte del Río Neuquén, con un ancho de 200 á 250 kilómetros. La parte

comprendida entre el Limay y el Neuquén, es constituida por los contrafuertes de la Cordillera. la que se presenta en forma de un verdadero hervidero de lomas y colinas degradantes, separadas por cañadas y valles profundos; mientras la parte situada entre el Alto Neuquén y el Alto Colorado la forman más bien grandes extensiones de campos llanos, ondulados, ó pampas.

Por último, viene la gran falda de aluviones marítimos que, desde la longitud geográfica indicada del Bajo-Neuquén, desciende, con pendientes suaves, hasta el Atlántico, con un ancho de 500 kilómetros y una altura que, de 200 metros sobre el mar, baja hasta los 30 ó 40 metros.

Caracteriza en general á estas tres zonas, el hecho de que por doquier sus aguas se recogen, profundamente encajonadas, bajo el plano general del terreno, en forma de extensos lagos y lagunas en la zona montañosa; de numerosos cursos de agua,— arroyos, vertientes y cañadas — en la segunda y, en la tercera, en la de los dos grandes valles de los ríos Colorado y Negro, á los cuales convergen todas las aguas.

§ 2º Primera zona (Alta Cordillera)

La primera zona es muy irregular en cuanto á su ancho, configuración orográfica y vegetación.

Su extremo Norte lo forma ese conjunto de altos cerros que se agrupan en derredor del macizo grande del volcán Domuyo, que se levanta á una altura de 4.250 metros, de donde descienden los afluentes del Río Malbarco al Oeste, del Curu-Leubú, al Sur, y los del Barrancas al Este. En esta parte hay relativamente pocos lagos ó lagunas; los valles están formados por quebradas hondas, de fondo muy angosto, y las faldas de los cerros, privadas de vegetación arbórea, se hallan cubiertas, en su parte más alta, de ese pasto característico de las zonas relativamente secas, de color amarillento, conocido comunmente por *pasto duro*, y, en la baja, por arbustos raquíticos propios de las zonas áridas: jarilla, piquillín, chañar, zampa, etc.

Su parte média, que es la más angosta, coincide con una fuerte depresión de la Cordillera, que se extiende desde la cuenca que dá origen al Río Agrio hasta el bajo que hay al

Norte del lago Aluminé, donde se dividen las aguas interoceánicas en vertientes del Río Bio Bio por una parte, y de los ríos Agrio y Aluminé por la otra. En esta región se inicia la transformación de la vegetación, substituyendo á la flora propia de los climas áridos del extremo Norte, las especies propias de climas húmedos. En las orillas de las lagunas y en los valles hondos, se encuentran ya bosques de pinos y robles patagónicos: en el fondo de las depresiones del terreno aparecen igualmente los prados naturales de pasto tierno, las praderas de frutilla silvestre y las vegas de mallín (*).

La parte situada al Sud, en fin, que puede llamarse la región de los lagos, presenta una serie de cadenas laterales, cortas, separadas por valles hondos ocupados por lagos estrechos y alargados y cuyos desagües forman á su vez los afluentes de los ríos Aluminé, Collón-Curá y Limay.

El cerro dominante en esta parte es el Lanín, que eleva su pico, eternamente blanco de nieve, á la altura de 3.700 metros sobre el mar.

Esta región es sumamente lluviosa, por lo cual se ha desarrollado en ella una vegetación vigorosa, de extensos bosques, en los que hay gran variedad de árboles y arbustos, ya sea coníferos, ya latifolios. Entre las especies más notables, pueden mencionarse: los coníferos: alerse, pino y ciprés; así como los latifolios: roble, ñire, chacay, arrayan maniú, y ral ral; todos estos árboles proveen madera de construcción de variadas aplicaciones. En las partes bajas y en las faldas húmedas, crecen los cañaverales impenetrables, también de variadas especies, y entre el monte se extienden las extensas alfombras de frutillares. La fruta del pino ofrece un alimento muy preciado por la población indígena que merodea en esas regiones y desde Chimehuín hacia el sur, principian los bosques de manzanos silvestres, cuya fruta se recoge en grandes cantidades y es artículo del comercio local.

(*) Propiamente, *Mallín*, en el idioma indígena, significa vegas ó ciénegas, y al pasto especial que nace en ellas debería llamarse *pasto de mallín*. Para mayor comodidad y facilidad de dicción y de acuerdo con el uso establecido, se señalará con ese nombre el pasto mismo.

§ 3º Segunda zona (contrafuertes de la Cordillera)

La segunda zona, es decir, la parte más baja de la falda oriental de la Cordillera y los campos llanos del Alto–Colorado, comprende, en su parte más occidental, las regiones de más densa población de la Gobernación del Neuquén, las que son formadas por los valles de los ríos del Alto–Neuquén, (el Agrio, el Aluminé, el Collón–Curá) y del Limay, separados por serranías mucho más bajas que la Cordillera principal y desprovistos de bosques. La vegetación propia de los climas húmedos desaparece aquí, en los campos elevados, por falta de agua meteórica, y se va concentrando en el fondo de los valles y en las cañadas alimentadas por la humedad que desciende de los terrenos superiores. Este empobrecimiento de la vegetación se acentúa á medida que se desciende hacia el Este, convirtiéndose poco á poco los campos pastosos de la región occidental, al Sud del Río Neuquén, en lomadas arenosas, cubiertas de pasto duro y monte de sierra, surcadas por hondas quebradas sin aguas permanentes, y, al norte del mismo río, en una pampa ó altiplanicie ondulada que ocupa toda la región hasta las faldas y barrancas que se despliegan frente al valle del Colorado.

Entre los cerros que se destacan en esta zona, alcanzando alturas considerables, se hallan el Palau–Mahuida, el Tromen, el Huayli, el Pun–Mahuida y el Auca–Mahuida.

Los ríos de esta zona, al aproximarse al Este, cruzan terrenos de aluvion muy poco coherentes, por lo cual las aguas han producido anchas y profundas corrosiones que forman los valles de los ríos Colorado, Neuquén, Limay y de sus principales afluentes; los cuales, como queda ya dicho, se describirán más detenidamente en su debida oportunidad.

§ 4º Tercera zona (Altiplanicie Patagónica)

La última zona, desde la longitud geográfica del Bajo-Neuquén hasta el mar, se presenta como una falda inmensa con pendiente muy suave hacia el Atlántico; se hallan en ella, profundamente encajonados, los anchos valles de los ríos Colorado y Negro.

Los territorios situados al Norte del Río Colorado, que forman el extremo Sud de la Pampa Central y de la Provincia

de Buenos Aires, son campos altos, llanos, que caen abruptamente al valle de ese curso de agua, con una barranca de fuertes declives, casi contínua, y que en muchas partes forma verdaderos despeñaderos. Estos campos, sobre todo en su parte occidental, se hallan cubiertos por los montes característicos de las regiones secas, pero, en su parte oriental, más cercana al mar, se encuentran grandes llanos abiertos, con pasto duro ó coirón.

Según informaciones de los moradores de esta región, las tierras situadas al norte del valle del Río Colorado son mejores que las situadas al Sud del mismo, pero su aprovechamiento para el cultivo por medio del riego, puede considerarse como impracticable, ó inconveniente al menos, por las razones que se indicarán más adelante.

La región que se extiende entre los dos ríos, se presenta, en conjunto, como un llano aluvial, uniforme, que desciende suavemente hacia el mar, con una inclinación inferior á uno por mil y pendiente transversal, Norte-Sud, más suave aún, aunque no bien determinada. Sin embargo, sobresalen en algunos puntos lomadas y cerritos que representan probablemente las partes más prominentes de verdaderas cadenas sepultadas bajo el mismo aluvión. Observando más detenidamente la altimetría de esta zona, se advierte inmediatamente cómo la acción de las lluvias ha producido también sus efectos en ella, atacando la superficie plana y modelándola en ondulaciones que se propagan en la misma dirección del valle, formando, á veces, verdaderas y hondas cañadas que, en la parte superior, caen indistintamente al Río Negro ó al Colorado, y, en la parte inferior, se dirigen directamente al mar.

De estas cañadas pueden citarse tres, que consideramos entre las más importantes: una, que pasando cerca de la cuenca Vidal, en la izquierda del Bajo-Neuquén, desemboca en el Río Negro frente á la Estación Chichinales; otra, que se forma en la proximidad del valle del Río Negro, cerca de Chelforó, y se dirige muy oblicuamente hacia el Colorado, desembocando, según se cree, á la altura de la Esquina López; y, la tercera, conocida bajo el nombre de «Cañada Grande», que se inicia al norte de Pringles, pasa próxima á la gran «Abra de China Muerta» y se pierde en los cam-

pos llanos al Sud-Oeste de la Bahía de San Blas. Tanto las ondulaciones superficiales como las cañadas hondas, resultan más acentuadas á medida que se procede de abajo para arriba, de tal modo, que en las regiones superiores, las primeras se transforman en verdaderos terrenos quebrados, mientras las segundas se convierten en verdaderos cauces anchos y profundos, con formación de lagunas, salitrales y extensos bancos de arena.

Una particularidad de esta zona es la gran cuenca de Vidal, yá mencionada, situada en la margen izquierda del Neuquén, á unos 25 kilómetros aguas arriba de su confluencia con el Limay, la que será descrita detalladamente en otro capítulo, por prestarse á recibir las aguas excedentes de aquel río.

En la región situada al Sur del valle del Río Negro, entre éste y el Océano, la misma gran falda ó altiplanicie sigue presentando igual configuración general de la región situada al Norte, repitiéndose las mismas ondulaciones y cañadones que, especialmente en la parte inferior, se transforman frecuentemente en extensas depresiones sin salida.

El más importante de estos cañadones es el muy conocido con el nomdre del «Gualichu» (*Diablo*), el cual nace al Sur de la confluencia del Limay con el Neuquén, corre casi paralelo al Río Negro en una extensión aproximada de 40 á 50 kilómetros, y muere en el bajo de la laguna Cortéz, 30 kilómetros al Norte del Puerto de San Antonio. No pocas personas han cruzado esta gran cañada por distintos puntos, pero no se sabe de nadie que la haya recorrido en el sentido de su longitud, debido, seguramente, á su carencia absoluta de agua; la falta de un reconocimiento exacto del cañadón del «Gualichu» y su mismo nombre, probablemente, han dado lugar á leyendas fantásticas é ideas falsas, así como á la creencia muy generalizada, pero absolutamente errónea, de estar en comunicación con el valle del Río Negro.

La conformación de la gran lengua de tierra comprendida entre el valle del Río Negro y el mar, hasta el golfo de San Matías, podría muy bien ser representada por una cuchara dada vuelta, con los bordes cayendo en forma de barranca ó salto hacia el valle del Río Negro y en la de un faldeo muy inclinado hacia el mar.

La misma vegetación raquítica, característica de los climas secos, con matas de pasto duro y arbustos que, por lo general, no pasan de dos metros de altura, y que ya hemos tenido ocasión de mencionar, cubre estas extensiones inmensas, al Norte y al Sud del Río Negro, presentándose un poco más desarrollada en las faldas de las ondulaciones, que ofrecen algún abrigo contra los fuertes vientos, que soplan casi constantemente por los campos abiertos. Después de las lluvias, fuertes y contínuas, se desarrolla en esos campos una vegetación nueva, con brotes tiernos; entonces, gran parte de los habitantes de los valles abandonan sus moradas de la costa de los ríos y conducen sus haciendas á las altiplanicies, aprovechando estos pastos tiernos y el agua de las lagunas que ocupan el fondo de las depresiones.

Sin embargo, en la proximidad del mar, en la costa Norte del Río Negro y en ambas del Colorado, van desapareciendo gradualmente los arbustos para dar lugar á campos de pasto duro, semejantes á los de la pampa, y, en las últimas zonas marítimas, siempre entre el Colorado y el Negro, aquél está sustituido, á su vez, por gramináceas, alfilerillo, trébol, etc., que forman expléndidos potreros naturales.

Como se verá en lo que sigue, estos cambios de vegetación responden rigurosamente á la cantidad de lluvia, que caen en cada zona.

CAPÍTULO III

CLIMA

§ 1º TEMPERATURA — § 2º VIENTOS — § 3º DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS — § 4º DEL CLIMA EN GENERAL.

---

§ 1º TEMPERATURA.

Muy pocas observaciones numéricas se poseen sobre este particular. Los distintos exploradores, las expediciones militares y también algunos estancieros y particulares han efectuado observaciones termométricas, pero siempre por un tiem-

po limitado, por lo cual no se prestan á conclusiones generales. Solo de la obra ya mencionada, publicada por el Señor G. Davis, Director del Observatorio Meteorológico Nacional, sobre el «Clima de la República Argentina», hemos podido extractar los datos numéricos siguientes:

La línea isotérmica de + 15° C., pasa por la mayor parte de la región de que tratamos, correspondiendo para el verano la de + 20° y para el invierno la de + 8°.

Eligiendo dos puntos extremos, el de Chosmalal situado en la región Andina, y el de Viedma, cerca de la costa del mar, se encuentran las siguientes variaciones anuales de temperatura:

	Chosmalal		Viedma	
	—		—	
Temperatura média mensual, más alta.	Febrero	+ 23	Febrero	+ 23
« « « más baja...	Junio	+ 6	Junio	+ 7
Temperatura máxima..................	Febrero	+ 39	Enero	+ 39
« mínima..................	Julio	— 10	Julio	— 2

Por otra parte, se observan en Chosmalal temperaturas bajo cero en todos los meses, desde Mayo hasta Setiembre, mientras en Viedma se limitan á los meses de Julio y Agosto.

Además de estos datos numéricos, se han podido recoger las indicaciones siguientes:

En Junín de los Andes, como en Ñorquín y Chosmalal, caen frecuentemente fuertes heladas en pleno verano, las que perjudican considerablemente á los cultivos. En estos lugares suele perderse á menudo, por esta causa, la cosecha del trigo, y los productos agrícolas más seguros se limitan á las papas, cebada, centeno y hortalizas de verano.

Alrededor de los lagos y especialmente del Nahuel-Huapí, el clima es más suave y templado, las heladas resultan menos fuertes y más raras, y, por cuanto nos consta, la temperatura mínima observada en las orillas de este último, ha sido de — 5°. Esta diferencia se debe á la gran facultad moderadora de la temperatura, que ejercen las grandes masas de agua, especialmente si son muy profundas. El mismo fenómeno se verifica en los lagos alpinos, en cuyas orillas vegetan al aire

libre el olivo y el naranjo, que luego no se encuentran sinó á los 600 ó 700 kms. más al Sud.

En Roca, el clima es mucho más benigno, pues allí vegeta bien la vid, aunque algunos años se hagan sentir fuertes heladas, anticipadas ó tardías.

Más adelante de Roca, el clima puede considerarse excelente, sin calores ó frios excesivos y apto á cualquier cultivo de los productos propios de las zonas templadas, comprendidos el arroz, el olivo, la vid, el trigo y, en ciertos casos, también los limoneros y naranjos.

§ 2º Vientos.

Con excepción de una estación del Observatorio Meteorológico Nacional en Chosmalal, no se tienen de esas regiones observaciones metódicas, registradas sobre los vientos, y en la obra citada del Censo Nacional, solo se encuentran algunos datos sobre su frecuencia relativa, pudiendo notarse que en el punto mencionado prevalecen los vientos que bajan de la Cordillera.

Por lo demás, puede aceptarse que esta misma es la dirección predominante de los vientos en los dos valles del Río Negro y del Río Colorado, y que toda la región puede caracterizarse por una marcada frecuencia de los vientos, influyendo considerablemente en ello la falta de vegetación arbórea de montes altos.

Pueden señalarse como muy barridas por los vientos las quebradas de los contrafuertes de la Cordillera que tienen dirección bien marcada Norte-Oeste; la región abierta desde la confluencia del Limay y Neuquén, pasando por Roca, y los campos extensos al Sud de Choele-Choel hasta Castro, donde la barranca del valle se retira del río, trasformándose en un faldeo suave.

La estación del año de vientos más fuertes y frecuentes es la del verano, siendo la de invierno generalmente de más calma.

La falta de vegetación y el tráfico de animales, hacen muy molestas las épocas de viento en los lugares poblados, á causa de las verdaderas nubes de tierra que flotan en la atmósfera; y como se verá más detalladamente en la descripción del valle

del Río Negro, este mismo fenómeno, que se verifica en vastísima escala en los campos desiertos del valle, conduce á la pérdida absoluta é inminente del mismo, por el consumo de la capa vegetal y formación de grandes medanales.

§ 3º Distribución de las lluvias.

Es sobre todo por la cantidad de la lluvia que se nota las diferencias de clima en las distintas zonas de la región estudiada, pero también faltan sobre este particular, casi absolutamente, observaciones metódicas directas, por lo cual hay que suplir su falta con los criterios determinados de la clase de vegetación que cubre las diferentes zonas.

Observaremos que las consecuencias deducidas con este criterio son, bajo cierto aspecto, más satisfactorias que las que pueden resultar de unas pocas observaciones directas, por cuanto aquellas representan el promedio de siglos. Los inconvenientes en la aplicación de este método indirecto son que, aunque sirva para dar indicaciones generales pero seguras del clima, no suministra datos numéricos; y pueden algunas veces inducir á equivocaciones atribuyéndose á las lluvias efectos propios de rocíos abundantes ó, más frecuentemente, de la humedad del subsuelo, proveniente de otras regiones, como se verifica, por ejemplo, en las cañadas ó fondo de los valles. Para evitar este último error, es suficiente no tener en cuenta sino la vegetación que se desarrolla en los terrenos altos y abiertos.

Por lo tanto, basándonos en este criterio y en la descripción presentada en el Cap. II de la distribución de la vegetación, podemos deducir, sin temor de equivocación, que la distribución de la lluvia en estas regiones obedece á tres leyes constantes: Un aumento contínuo en sentido Norte-Sur en las regiones elevadas; una disminución rapidísima « un verdadero salto », de las regiones más altas de la Cordillera hacia las más bajas; y á un nuevo aumento progresivo en la última zona cercana al mar, desde la altura de Pringles hácia abajo, aumento limitado á los terrenos situados al Norte del valle del Rio Negro.

No se posee ningún dato directo sobre la cantidad de lluvia que cae en la zona elevada de la Cordillera; pero no hay

duda que es muy considerable, especialmente en la cuenca imbrífera del Limay. Los numerosos lagos que pueblan toda esta región, los ríos perennes y caudalosos que nacen en ellos, la vegetación lozana y exuberante que se levanta hasta sobre los altos cerros, el testimonio de los viajeros que han residido largo tiempo allí y que recuerdan períodos de meses enteros de lluvias incesantes, dan fé absoluta de un clima extremamente lluvioso. Sin embargo, no tenemos otros datos numéricos que los que la Comisión misma ha podido deducir de los aforos efectuados en el emisario del lago Nahuel-Huapí. En la nota 1ª (Véase Apéndice), se dan detalles de estos aforos, y de ellos se deduce que el Limay, al salir del Nahuel-Huapí, lleva probablemente un caudal de agua variable entre 150 y 720 m^3 por segundo, con una média no inferior á los 250 m^3, lo que dá un volumen de 7.750 millones de metros cúbicos por año. La cuenca tributaria del lago cubre una superficie de 3.500 km^2 y para que esta pudiera suministrar el indicado volumen sería necesario una lluvia anual de 2.20 m., suponiendo que no hubieran pérdidas, las que, dadas las condiciones locales, son muy limitadas.

Según los datos de 45 estaciones meteorológicas diseminadas sobre una cuenca de 6.300 kms. cuadrados, resultaría, para el Lago Maggiore en Italia, una pérdida média de 11 %, y entre 10 y 13 % para los lagos de Lecco y Lugano. El ilustre Forel, encontró más bien un pequeño aumento en el lago de Ginebra, aumento que él atribuye á la acción condensadora de la humedad de más de mil kms^2 de ventisqueros que desaguan en el lago.

Según estos datos, es muy probable que las precipitaciones meteóricas bajo forma de lluvia, nieve y condensación directa sobre masas frías, que se efectúan en las altas regiones de que nos ocupamos, varíen entre 2.00 y 4.00 metros, perteneciendo esta última cifra á la parte situada más al Oeste y la más elevada de la región.

Al frente de la costa del Pacífico, en Puerto Montt, la lluvia média anual es de 2.50 m y parece que en esta región el clima de la costa chilena sube hasta la Cordillera, y que en razón de la mayor altura, puede resultar también más lluvioso.

Como se dijo anteriormente, la menor fuerza y abundancia de la vegetación, que se nota á medida que se avanza hacia al Norte, demuestra evidentemente una disminución constante de las lluvias en esa dirección; y es cierto que la cuenca del Neuquén es menos lluviosa que la del Limay, y que la del Río Colorado lo es mucho menos aún que la del Neuquén; pero no tenemos datos para establecer la proporcionalidad del decrecimiento. La determinación de los caudales que salen del lago Cari-Lauquén en el Río Barrancas, afluente del Colorado, daría inmediatamente la clave para resolver esta cuestión.

Por lo que se refiere á la distribución de las lluvias durante el año, se puede consignar tan solo los datos siguientes:

Los meses más secos del año son los de Enero, Febrero y Marzo, y los más lluviosos son los de Mayo y Junio. En el Sud, las lluvias empiezan más temprano que en el Norte y se prolongan por un período más largo. Por esta mayor duración del período de las lluvias, y por ser la parte Sud menos elevada que la parte Norte, las precipitaciones meteóricas empiezan y se conservan bastante tiempo en esa región bajo forma de lluvia, y caen en la de nieve tan solo en los meses más fríos, mientras que en la parte Norte, por razones inversas, el período lluvioso queda, puede decirse, eliminado, y todas las grandes precipitaciones acuosas caen bajo forma de nieve. Este hecho produce, como se verá mas adelante, una diferencia muy sensible en el régimen de los ríos.

El límite occidental de esta zona de grandes lluvias, coincide con la línea divisoria continental de las aguas; el límite oriental es naturalmente mucho ménos determinado por cuanto estas regiones son aún poco conocidas y porque estas divisiones de clima nunca son tan marcadas que puedan ser representadas gráficamente con alguna precisión. Sin embargo, juzgando por la vegetación y por los datos suministrados por las personas que viven en esos lugares, se puede señalar este límite, con alguna exactitud, por una línea que encierre los macizos elevados de donde trae su origen el Río Colorado, los cerros altos en los cuales se hallan las cabeceras de los afluentes del Río Neuquén y las salidas de los lagos en la cuenca del Limay.

En la lámina II se ha representado esta zona con color

azul cargado, y se ha hecho la indicación que ese color representa la región de las lluvias entre uno y cuatro metros, suponiendo que ellas varien en esta proporción, procediendo del Norte hacia la parte Oeste del lago Nahuel-Huapí, suposición que es una mera presunción por no abonarla ningún dato experimental directo.

Determinada el área de esta zona por medio del planímetro, sobre un plano á la escala de 1 : 500.000, resulta su superficie total de 24.000 kms. cuadrados, de los cuales pertenecen á la cuenca del Colorado 4.000 kms², á la del Neuquén 8.500 kms² y á la del Río Limay 11.500 kms².

Sigue á esta zona la otra que llamaremos la semi-seca cuyos confines orientales son aún más inciertos. En la lámina II esta línea se ha trazado paralelamente al Río Grande hasta su confluencia con el Río Barrancas, pasando después por la confluencia del Río Agrio con el Neuquén y del Collón-Curá con el Limay, encerrando una superficie total de 50.000 kms. cuadrados.

Como queda ya indicado, el paso de la zona lluviosa á ésta semi-seca es rapidísimo; bastan generalmente muy pocos kilómetros, de Oeste á Este, para determinar claramente una diferencia de clima muy notable, que es revelada por una vegetación muy distinta y por el régimen de los cursos de agua, que tienen su origen exclusivamente en esta zona. Mientras cualquier arroyo de la primera zona, aunque de curso reducido, se distingue por la continuidad y abundancia de sus aguas, todos los que tienen su origen en esta segunda zona son de índole torrencial, es decir, que están secos la mayor parte del año, llevando agua tan solo en ocasión de algún gran aguacero que se descarga en sus cuencas. Son notables á este respecto los tres grandes ríos Covunco, Piculeufú y Cataluín, todos los cuales tienen su origen en el mismo grupo de serranias que se elevan entre el Agrio y el Aluminé, y que, por tres distintas direcciones, se dirigen al Neuquén el primero, al Limay el segundo y al Collón-Curá el tercero, después de haber recorrido, respectivamente, una longitud de 120, 160 y 115 kms. A pesar de tan largos cursos, estos ríos no llevaban en sus puntos de confluencia, en Marzo y Abril de este mismo año, que ha sido lluvioso,

sinó caudales de agua insignificantes, de pocos centenares de litros por segundo. En esta zona existe una Estación Meteorológica Nacional (en Chosmalal), á 85 kms. de la Cordillera, en la que se han hecho observaciones pluviométricas durante los años 1893 á 1896. Resulta, de estas observaciones, una lluvia media anual de 111 m/m entre un mínimo de 86 m/m (1894) y un máximo de 273 m/m (1896), siendo los meses más lluviosos los de Julio y Agosto: los de lluvia média, Marzo, Mayo, Junio, Octubre y Noviembre, y casi completamente secos los demás, es decir, Diciembre, Enero, Febrero, Abril y Setiembre. Encontrándose situada la Estación de Chosmalal mas cerca del límite oriental de la zona á que nos referimos y teniendo presente la clase de vegetación que la cubre, no creemos equivocarnos mucho atribuyéndole una lluvia anual variando, de Oeste á Este, entre 600 y 200 milímetros, con un promedio de 400.

La tercera zona, que es, sin comparación, la mayor de todas, se extiende en toda la región comprendida entre el límite oriental de la zona superior y el Atlántico, con excepción de una parte de las costas marítimas; comprende los últimos despuntes de la Cordillera y las planicies patagónicas con los valles del Limay, Neuquén, Rio Negro y Río Colorado. Toda esta enorme extensión puede considerarse, sin duda, como completamente árida. No poseemos en esta región, sinó dos años (1893–94) de observaciones contínuas, en Choele-Choel, y uno en Roca (1893). El promedio de los dos primeros es de 116 m/m y el segundo de 32 m/m. Aunque estos años deben clasificarse como secos, demuestran, sin embargo, evidentemente, la exigüidad de las lluvias en esta región.

Por otra parte, la falta absoluta de lluvias se revela también en la vegetación de toda la parte que queda fuera de la influencia de la humedad de los ríos. Para los que conocen las provincias del Oeste, estas regiones pueden muy bien compararse, por razón de su clima y flora, con los de las provincias de Mendoza y San Juan, en las zonas inmediatas á la Cordillera.

Cerca del mar, y especialmente del lado Norte, empiezan otra vez las lluvias á ser mas frecuentes, teniéndose ya en el observatorio de Viedma, un promedio anual de 344 m/m, con progresión constante hacia el Norte, pues, en Bahia Blanca,

dicho promedio sube á 468 m/m. El límite occidental de esta zona, de incremento constante de lluvias, resulta naturalmente muy indeterminado, por falta de observaciones directas; y el que se indica en la lámina II, pasando por la estación Juan de Garay, en el Colorado, por Pringles en el Río Negro, y prosiguiendo hasta el mar, paralelamente y á poca distancia del río, representa más bien una línea coordenada á las curvas de igual lluvia que aparecen en el mapa del Señor Davis, anteriormente mencionado.

§ 4°. Del clima en general

Considerando, en general, el clima de esta región, este resulta sumamente sano, bastante húmedo y frío, aunque no excesivamente, en las regiones elevadas; seco y templado en la parte intermedia, y medianamente húmedo y muy templado, también durante el invierno, cerca á la costa del mar. El único inconveniente que se presenta algo molesto, especialmente en los lugares poblados, son los vientos frecuentes y fuertes; inconveniente que disminuirá con el aumento de la vegetación y especialmente con la plantación de árboles, sea porque con ellos se aminorará la violencia de los vientos mismos, sea por el abrigo que ofrecen las plantaciones.

Las aguas de los ríos Negro, Limay, Collón-Curá y Neuquén son excelentes, y las de los tres primeros pueden considerarse como verdaderamente esquisitas: las del Río Agrio, como lo indica su nombre, son de sabor algo estíptico, debido á una cierta cantidad de sulfato de aluminio que tienen en disolución: las del Colorado son un tanto salobres, como todas las de los ríos de más al Norte.

CAPÍTULO IV

HIDROGRAFÍA

§ 1°. Icnografía general de los ríos — § 2°. Río Colorado — § 3°. Ríos Negro, Limay y Neuquén — § 4°. Regiones altas — § 5°. Lagos y lagunas.

---

§ 1°. Icnografía general de los ríos

Una ley constante parece gobernar en esas regiones el curso de las aguas. Se observa que ríos, cuyos orígenes se encuentran á grandes distancias entre sí, en la Cordillera, se dirigen, al bajar de la misma, dos á dos, uno hacia el otro, hasta correr muy próximos, para alejarse después nuevamente, recorriendo las zonas más bajas. Este es el caso de los ríos Caccia y San Juan, en la provincia de este nombre, y de los ríos Mendoza y Tunuyan, Diamante y Atuel, en la de Mendoza. Siguiendo esta ley, los ríos Colorado y Negro, cuyas vertientes extremas, como se ha indicado ya, se hallan á 700 kilómetros de distancia uno de otro, se encuentran después de un trayecto convergente de 320 kilómetros, á la altura de Roca, á sólo 80 kilómetros de distancia, la que se reduce á 40 kms. en Chelforó, 100 kilómetros aguas abajo de Roca. Desde este punto divergen los ríos nuevamente, desembocando en el mar á 150 kilómetros de distancia uno de otro, después de un recorrido de otros 380 kilómetros.

Si se quisiera representar con un diagrama gráfico el curso de estos ríos, podría considerárseles encuadrados en dos grandes trapecios, que se tocan en la base menor, de 40 kilómetros de ancho en Chelforó, y cuyas bases mayores se encuentran: una á 420 kilómetros de distancia, en la Cordillera, con 700 kilómetros de largo y la otra á 380 kilómetros, con un largo de 150 kilómetros sobre el Oceàno; de modo que toda la región abarcada alcanzaría un área de 190.000 kilómetros cuadrados.

§ 2° Rio Colorado

El río Colorado lleva este nombre desde la confluencia de los ríos Grande y Barrancas, á 760 kilómetros de distancia

de su desembocadura en el mar. en línea recta, y recorre todo este trayecto sin recibir casi afluente alguno. Solo en su parte más alta, entran en él tres arroyos de poca importancia, y, en la parte baja, recibe al intermitente Curacó, último desagüe del río Chadi-Leubú, continuación del río Salado ó Desaguadero, en cuyo cauce se unen los sobrantes de las aguas de los ríos Atuel, Diamante, Tunuyan, Mendoza y San Juan.

El Río Grande recorre, en dirección Norte-Sud. la parte Sud-Oeste de la provincia de Mendoza. y sus vertientes más altas hay que buscarlas en el paralelo mencionado, de 35° de latitud Sud, cerca del paso y volcán tan renombrados de Tinguiririca.

En la parte más elevada de su curso se extienden los extensos campos, conocidos con el nombre de Valle Hermoso. Con los afluentes que recibe del Poniente, abarca un frente de la Cordillera de 100 kilómetros, siendo el trayecto de su recorrido de 200 kilómetros.

El río Barrancas sale del lago Carri-Lauquén (2.000 metros sobre el mar), al Noreste del volcán Domuyo: desciende de la Cordillera, formando el límite entre la Provincia de Mendoza y la Gobernación del Neuquén. y ocupa, con sus afluentes, un frente en la Cordillera de 40 kilómetros, y se une con el Río Grande después de un trayecto de 100 kilómetros.

§ 3° Rios Negro, Limay y Neuquén

El Río Negro toma este nombre desde la confluencia de los dos grandes ríos Neuquén y Limay, á 527 kilómetros del mar, distancia que recorre, en la dirección general de Oeste á Este, sin recibir afluente alguno en su curso, y alcanzando. con sus muchas vueltas ó meandros, un desarrollo de 636 kms.

Los ríos Neuquén y Limay se forman, cada uno, de la confluencia de otros dos ríos, siempre convergentes, que son el Alto-Neuquén y el Agrio para el primero, el Alto Limay y el Collón-Curá para el segundo.

El Alto-Neuquén tiene sus primeras vertientes en la depresión de la Cordillera, entre la cadena principal y el macizo de Domuyo, recibiendo, en esta parte superior, un afluente importante, el Río Malbarco, desagüe de la laguna alta de Malbarco-Campo. Corre en dirección Norte-Sud por un trecho de

120 kilómetros, doblando en seguida al Naciente y uniéndose, al Sud de Chosmalal, con el río bastante caudaloso de Curuleubú, que desciende de las faldas al Sud del ya citado volcán Domuyo.

Ciento veinte kilómetros aguas abajo de Chosmalal y 160 kilómetros aguas arriba de la confluencia con el Limay, el Alto Neuquén confunde sus aguas con las del Río Agrio, habiendo recorrido hasta ese punto un trayecto de 240 kilómetros con un frente en la Cordillera, incluidos sus afluentes, de 160 kilómetros. El Río Agrio está formado por varios arroyos, desagües de lagunas, de extensiones relativamente pequeñas, en la Alta Cordillera, entre las cuales pueden notarse las lagunas Trolope y Cabiahué de 5 kms.^{2} y 9 kms^2 respectivamente: el río forma, en su curso, una S invertida, en cuyas vueltas extremas, al Norte y Sud, están situadas las poblaciones de Ñorquín y Las Lajas, y recibe, en la parte paralela á la dirección general de la Cordillera, numerosos y caudalosos afluentes, alcanzando el trayecto total recorrido á 140 kilómetros con un frente en la Cordillera de 100 kilómetros. Las cuencas del Alto Neuquén y del Río Agrio están comprendidas entre las latitudes 36°20' y 38°40'.

El Alto Limay sale directamente del Lago Nahuel-Huapi, 380 kms. aguas arriba de la confluencia con el Neuquén y 740 metros sobre el mar. Este pintoresco lago, con su forma caprichosa, sus muchos promontorios, penínsulas y brazos hondos y con su extensa isla en el centro, tiene una superficie ácuea de más de 500 kms. cuadrados, y recibe los desagües de los tres lagos del Espejo, Correntoso y de Gutiérrez, los tres de extensión superficial considerable. A los 40 kms. aguas abajo de su salida del lago mencionado, el Alto Limay recibe el importante afluente que desciende desde el lago Traful. Este lago tiene, como los demás de las serranías altas, la forma característica de los «fjords» escandinavos, con una extensión longitudinal de 35 kms. y un ancho de dos á tres solamente. El río que lo desagua es muy correntoso y recorre un trayecto de 17 kms. antes de unir sus aguas con las del Alto Limay.

A 80 kms. de distancia de su cabecera, el Alto Limay se une con el poderoso Collón-Curá, continuación del Río Aluminé. Ambos recorren un trayecto de 170 kms., paralelo á la direc-

ción general de la Cordillera, recibiendo los desagües de una serie de lagos, que ocupan las depresiones entre los contrafuertes de la Alta Cordillera, casi todos con una dirección Oeste-Este y con la misma forma oblonga.

El Rio Collón-Curá corre con este nombre desde el punto donde se unen los ríos Aluminé y Chimehuín, 54 kms. aguas arriba de la confluencia con el Limay, y ocupa, con sus afluentes, un frente total en la Cordillera de 200 kms., los que unidos á los 100 kms. de frente, que corresponden al Alto Limay, forman una extensión total de 300 kms,, que es algo superior á la del Neuquén.

Resulta, por lo tanto, que, mientras la cuenca imbrífera del Colorado abarca en la Cordillera un frente de 140 kms., la del Río Negro se desarrolla sobre una extensión de 560 kms.; lo que da la medida de la magnitud relativa de estos ríos.

§ 4° Regiones altas

En cuanto á la hidrografía de la región de la Alta Cordillera, entre el río Colorado y el Limay inferior, no hay mucho que decir.

Con excepción del Río Covunco, afluente del Neuquén, y el Piculeufú, que del Nor-Oeste cae al Río Limay, estos ríos no reciben afluentes perennes. Puede notarse la existencia de una que otra aguada ó vertiente en el fondo de las quebradas, con su correspondiente mallín ó vega de poca extensión, y los pozos ó jagüeles, generalmente de profundidad considerable, en la parte más llana (pampa), al Sud del Río Colorado.

Más al Naciente, sobre las altiplanicies que median entre el Río Colorado y el Río Negro, y al Sud del último, especialmente en la parte más baja, desde la altura de Conesa hacia el mar, se presenta el fenómeno de las lagunas secas, llamadas así por tener agua solamente en las épocas de lluvia. Ocupan los fondos de las depresiones sin salida, de grande extensión y poca hondura, que se encuentran entre las ondulaciones de la planicie y son de importancia para la industria ganadera en esas regiones. Los puesteros que tienen su asiento principal en los valles de los ríos Colorado y Negro, invaden, después de una temporada de fuertes lluvias, los campos de la altiplanicie: construyen sus ranchos en la orilla de las

lagunas y demoran allí con sus majadas de ovejas, hasta que el agua se haya agotada por evaporación, filtración y consumo de los animales.

También se han construido pozos, con mayor ó menor exito, en muchos puntos de las altiplanicies, principalmente en la vecindad de las lagunas mencionadas. La profundidad que ha sido necesaria dar á estos pozos para alcanzar el agua, más ó menos potable, es muy variable: desde 3 á 4 metros cerca de la costa atlántica, hasta 40 y también 60 ó 70 metros en las regiones del interior. La mayor parte de los pozos ó jagüeles tienen agua algo salada y, por regla general, puede notarse que el agua de los pozos al Sud del valle del Río Negro es más salada que la de los situados entre dicho río y el Colorado y al Norte de este último.

§ 5º Lagos y lagunas

Los grandes y numerosos depósitos de agua, que abundan en los valles de la parte más elevada de la Cordillera, constituyen una particularidad muy notable de la hidrografía de esta región, no solo por el papel que ejercen en la actualidad, sino por el mucho más importante que serán llamados á desempeñar en la regularización del régimen de los ríos, como se dirá en oportunidad.

Hubo, por cierto, una época en que el sistema de los lagos en la Cordillera tuvo un desarrollo muy superior al actual.

En la misma región que se considera, como también en la de más al Norte, son muy frecuentes los indicios de lagos ya completamente extinguidos y de pequeños lagos y lagunas, restos de grandes depósitos de agua hoy desaparecidos. Citaremos como ejemplo el gran valle de Uspallata en la Provincia de Mendoza, el de Zonda en la de San Juan y el sistema de las pequeñas lagunas en que se forma el Río Agrio, vestigios evidentes, según lo indica el doctor Moreno, de un gran lago que ocupaba la región entera.

Esta desaparición de los lagos se debe á la acción combinada de los embanques, producidos por los materiales acarreados por las aguas que entran en el lago, y á la profundización incesante de sus desagües, provocada por las aguas que salen. Por lo que se refiere á la progresiva desaparición de los mismos

lagos, que se manifiesta en dirección Sud-Norte, ella es probablemente debida á la mayor antigüedad de estos últimos, por cuanto parece que el gran Espinazo de la Cordillera ha venido surgiendo del Océano, sucesivamente de Norte hacia el Sud.

La forma característica de la mayoría de estos lagos, que ocupan el fondo de gargantas profundas y estrechas, y las observaciones concordes de los naturalistas que han visitado estas regiones, no dejan ya duda sobre el origen geológico de los mismos. Como los lagos alpinos de Italia y Suiza, ellos representan antiguos «fjords» ocupados en una época lejana por enormes ventisqueros, atravesados en su parte inferior por la *morena* (*) frontal de los mismos. Desaparecido el ventisquero, queda la *morena* y, detrás de ella, la profundidad del «fjord», que se transformó en pantano ó lago profundo, gracias al embanque producido por la *morena* misma, que funciona hoy como dique de retención.

Si es así, su profundidad debe ser muy grande. Los de Italia superan á 500 metros, encontrándose las mayores honduras á 300 metros bajo el nivel del mar. En la expedición del entonces teniente de navío E. O'Connor (1883-84) no se encontró fondo á 276 brazas (alrededor de 500 metros) en el lago Nahuel-Huapí, y es muy probable que, también en este lago, se encuentren puntos más bajos que el mismo nivel del mar, aunque su superficie se halle á 740 metros sobre el mismo. Esta particularidad no es absolutamente indiferente, tratándose de aguas destinadas al riego; pues, como veremos mejor en otro capítulo, cuando los lagos son muy profundos, el agua que sale de los mismos es siempre muy templada, aunque sea extremadamente fría la que entra.

Basta echar una mirada sobre el plano general que acompaña esta memoria (Lámina I), para advertir inmediatamente la muy sensible diferencia que se encuentra en el número de lagos y lagunas existentes en las distintas cuencas del Colorado, del Neuquén y del Limay. La cuenca imbrífera del Colorado no contiene sinó un solo lago, el de Carrilauquén; la del Neuquén tiene varios, pero muy pequeños en general, más bien lagunas que lagos;

(*) Dase el nombre de *Morena*, á aquellos depósitos de materiales acarreados por los ventisqueros, que en forma de lomadas se aglomeran en la zona donde el ventisquero mismo se deshace, derritiéndose.

mientras la cuenca del Limay tiene tantos lagos y sistemas de lagos, cuantos son los valles en que se subdivide, y todos muy grandes relativamente, sobresaliendo entre ellos el Nahuel-Huapí, con 523 kms. cuadrados de superficie.

Hasta hace pocos años, la mayor parte de estos lagos eran ó desconocidos ó muy imperfectamente señalados en los mapas.

El conocimiento más detallado de esta región de la Alta Cordillera es debido á los trabajos de la Comisión de Límites con Chile, á cuya fina atención debemos la topografía de la parte correspondiente de los mapas que acompañan á esta memoria y parte de los datos que figuran en el cuadro sinóptico siguiente:

CUENCA DEL RÍO BARRANCAS (COLORADO)

N°	LAGO Ó LAGUNA	Altura sobre el nivel del mar en metros	Superficie kms.²	Cuenca imbrífera kms.²	Relación entre el espejo del lago inferior y la cuenca imbrífera
1	Laguna *Carrilauquén*....	2000	35	1900	1 á 54

CUENCA DEL RÍO NEUQUÉN

N°	LAGO Ó LAGUNA	Altura sobre el nivel del mar en metros	Superficie kms.²	Cuenca imbrífera kms.²	Relación entre el espejo del lago inferior y la cuenca imbrífera
1	Laguna *Clalafquen*......			40	
2	» *Conpul*..........			50	
3	» *Cabiahuė*	1680	9	80	1 á 9
4	Lagunitas *Mellizas*.......		1		
5	Laguna *Trolope*..........	1616	5	80	1 á 16
6	» *Vaca Lafquen*...	1550	3	40	1 á 13
7	» *Epulafquen*......	1440	10	90	1 á 9
8	» *Naoarete*........	2200	2	40	1 á 20
9	» *Resaco*..........			10	
10	» *Leche*...........		3	40	1 á 13
11	» *Malbarco Campo de arriba*	2050	26	320	1 á 12
12	» *Malbarco Tapia*.	2000	3	40	1 á 14
			62	830	1 á 14

CUENCA DFL RÍO LIMAY (Lámina III)

N°	LAGO Ó LAGUNA	Altura sobre el nivel del mar en metros	Superficie Kms.²	Cuenca imbrífera Kms.²	Relación entre el espejo del lago inferior y la cuenca imbrífera
1	Laguna *Fria*............	760	7		.Todos estos lagos forman un solo sistema que desagua en el Nahuel-Huapí.
2	L'tas de *Casa de Piedra*..		4		
3	Lago *Gutierrez*.........	775	23		
4	Laguna *Totoral*..........		1		
5	Lago del *Espejo*.........	755	66		
6	« *Correntoso*.........	750	22		
7	« *Nahuel Huapi*.....	740	523	3500	1 á 7
8	« *Traful*............	720	102	740	1 á 7
9	Laguna *Villarino*........	900	18		Desagua en el inferior
10	« *Falkner*...........	900	17	370	1 á 22
11	« *Filohuehuen*........	830	11	230	1 á 21
12	Lagunita al *N. de Hermoso*		1		Desagua en el inferior
13	Lago *Hermoso*..........	1040	21	250	1 á 12
14	Laguna *Machuñeu*.......	1020	4		
15	Lagunita al S.E de *id.*..				
16	Laguna *Metiquina*.......	900	20	350	1 á 17
17	Lago *Lo Log*...........	890	50	470	1 á 9
18	Laguna *Carhué*..........	1030	5	140	1 á 28
19	Lagunita arriba *Paimun*.				
20	Laguna *Lislafquen*......		1		Desagua en el inferior
21	« *Paimun*.........		30	380	1 á 13
22	« *Epulafquen*......		10		Desagua en el inferior
23	Lago *Huechu Lafquen*...	860	61	540	1 á 9
24	« *Tromen*.........	1010	30	130	1 á 4
25	L'na *Pichi Nahuel Huapi*		2	10	
26	Laguna *Champehuen*....		4		Desagua en el inferior
27	Lago *Quillen*...........	1000	26	300	1 á 12
28	Laguna *Rucachoroi*......		2	110	1 á 55
29	« *Pilhué*..........	1050	1		
30	« *Nompehuen*.......				Desaguan en Ñorquinco
31	« *Ñorquinco*........	1000	6	240	1 á 40
32	Lagunitas *Pulmari*.......				
33	Laguna sin nombre......		2	20	
34	» *Lasus*...........		1		Las tres forman el sistema que desagua en el Aluminé.
35	Lagunitas...............		1		
36	Laguna *Moquehué*.......	1135	21	220	1 á 10
37	Lago *Aluminé*..........	1130	56	485	1 á 9
			1149	8485	1 á 8

La suma total representa una superficie de 1246 kms. cuadrados de espejos de lagos, con 11215 de cuencas imbríferas, tributarias de los mismos.

No está de más decir que, los límites de las distintas cuencas tributarias de cada lago, son necesariamente bastante inciertos; de modo que puede resultar un error sensible en las cifras parciales asignadas á cada una de ellas. Sin embargo, la superficie total resulta bastante exacta, de medo que hay compensación entre ellas.

CAPÍTULO V

RÉGIMEN DE LOS RÍOS

§ 1° Fuerzas moderadoras de los ríos —§ 2° Efectos de la evaporación.—§ 3° Oscilaciones limnimétricas

---

§ 1° Fuerzas moderadoras de los ríos.

Todo río tiene un régimen especial propio, debido á la distribución de las lluvias en su cuenca imbrífera, á la permeabilidad del terreno, á la longitud de su curso, á la distribución topográfica relativa de sus afluentes y al hecho de existir ó no lagos interpuestos en su curso y que le sirvan de reguladores.

Como hemos visto anteriormente, los tres ríos, Colorado, Neuquén y Limay, tienen de común la circunstancia de ser alimentados, exclusivamente, por una zona limitada de la Alta Cordillera; de modo que la importancia de cada uno debe estimarse más bien en relación al largo del frente que ocupa en ella que á la superficie de su cuenca imbrífera.

Hemos visto también que, la distribución de la lluvia se efectúa en proporción creciente de Norte á Sud, siendo por tal razón mínima en el Colorado y máxima en el Limay, y, finalmente, cómo otra circunstancia meteórica concurre poderosamente á acentuar más esta diferencia, y es que mientras al Norte las precipitaciones acuosas se limitan á fuertes nevadas en el invierno, las que se derriten en la primavera siguiente; en el Sud, á la caída de estas nieves hiemales se agregan abundantes lluvias en el otoño. De esto resulta que mientras el Colorado es un río de caráter estrictamente estival, con una

sola creciente, como los de más al Norte, en las Provincias de Mendoza y San Juan; el Neuquén y el Limay tienen, por el contrario, dos crecientes, una en otoño y otra en verano, con régimen mucho más perenne y constante.

Teniendo en cuenta estas diferencias meteóricas y recordando cómo la zona frontal, que ocupan en la Cordillera el Colorado, el Neuquén y el Limay, es respectivamente de 140, 260 y 300 Kms., se comprende inmediatamente la gran diferencia que debe existir entre los caudales de agua de los tres ríos.

Otro carácter común á los Ríos Colorado y Negro es la considerable distancia que recorren desde la Cordillera al mar, sin recibir ningún otro afluente de importancia; lo que influye poderosamente á la regularidad y constancia de sus cursos inferiores, á los cuales cualquier lluvia torrencial y repentina que se descargue en las altas cuencas de la Cordillera llega en forma de creciente, de larga duración, pero muy atenuada en su altura.

Esta atenuación progresiva en el caudal de las crecientes, á medida que éstas bajan, cuando no intervienen nuevos afluentes, es ley bien conocida en hidráulica: depende en parte de la aceleración de la gravitación, que tiene mayor tiempo de acción sobre las aguas del primer período de una creciente que sobre las del último, produciéndose en el curso del río el mismo fenómeno que se observa en una gota de agua que cae en el aire, que se alarga siempre más á medida que dura su caída; y, en parte, del volumen de agua que queda almacenada en la parte superior del mismo cauce, y que se desagota después muy lentamente.

Aunque las rocas, que constituyen el esqueleto de las altas sierras y contrafuertes del Neuquén y del Limay, sean de origen eruptivo y, en consecuencia, impermeables, sin embargo frecuentemete se encuentran cubiertas de espesas mantas de aluviones glaciales y escorias volcánicas, eminentemente permeables, que, sirviendo de depósito temporario á parte de las aguas meteoricas, imprimen á los ríos que alimentan ese carácter de perennidad y constancia, propios tan solo de los terrenos de esa naturaleza.

A pesar de este carácter común, existe entre el régimen del Neuquén y el del Limay una diferencia muy sensible, debida

á que todos los valles del segundo están interceptados por uno ó más lagos que regularizan y moderan la salida de las aguas que afluyen á ellos, mientras que el Neuquén está casi privado de esos benéficos auxiliares. De estas distintas condiciones resulta que si, por ejemplo, una abundante precipitación de lluvias se efectuara contemporáneamente en ambas cuencas, la del Neuquén tomará curso inmediato y rápido, mientras que en el Limay deberán llenarse antes los lagos, y, solo después que hayan alcanzado una altura suficiente, las aguas empezarán á bajar en abundancia.

Por el mismo motivo, sucederá que las crecientes del Neuquén serán más frecuentes que las del Limay. En efecto, una lluvia violenta pero de breve duración, que se descargue en la cuenca de este último río, cuando sus lagos se encuentren á bajo nivel, se perderá en la superficie de los mismos, sin que los ríos que los desaguan adviertan casi el aumento; mientras que si el mismo fenómeno se verifica en la cuenca del Neuquén, será inevitable una creciente inmediata de este río.

Del conjunto de estas circunstancias se puede deducir:

1°, Que los tres ríos son perennes y tanto más cuanto más se acerca su curso á la planicie, á causa de la acción moderadora que ejerce el cauce mismo del río y el valle, en tiempo de crecientes;

2°, Que el Colorado es el menos perenne, por tener una sola creciente de verano con aguas extremamente turbias, como las de todos los ríos de las regíones de más al Norte;

3°, Que el Neuquén y el Limay son ambos de una perennidad y constancia notables, debido á las lluvias de otoño, al deshielo de las nieves en primavera y verano y á la naturaleza eminentemente permeable de una parte extensa de sus cuencas;

4°, Que el Limay lo es mucho más que el Neuquén, gracias á sus lagos, que funcionan como moderadores de sus crecientes. Éstas, en circunstancias ordinarias, empezarán en el Limay después de las del Neuquén: serán más largas pero de menor altura y menos frecuentes también. Por la misma causa, las aguas del primero son siempre cristalinas ó apenas turbias, mientras que las del Neuquén resultan más ó menos cargadas de materiales terrosos y arcilla;

5º, Por fin, que el Río Negro, que se forma de los dos citados, tendrá un régimen y una naturaleza intermedia acercándose más al uno ó al otro, según prevalezca en él la influencia de uno ú otro de esos ríos.

De todos modos, resultará que sus aguas serán siempre algo más turbias que las del Limay y menos que las del Neuquén, y que sus crecientes durarán por un período más largo que cada uno de ellos, pues, apenas hayan pasado las del Neuquén, empezarán las otras provenientes del Limay, y solo en caso de que las lluvias duren por un largo período sucederá que las crecientes del Limay se sobrepongan á las del Neuquén, en cuyo caso se verificarán las grandes inundaciones del Río Negro.

En este río, más que en los demás, debe influir la fuerza moderadora ejercida por su valle. Como se verá después, resulta que el subsuelo de éste, está formado de un gran banco de ripio muy suelto, en el cual penetran las aguas del río, formándose una especie de lago subterráneo, cuyo nivel sigue las mismas alternativas que el del río.

Por lo tanto, cuando el río sube, grandes masas de agua se pierden en este banco de ripio, y vuelven al cauce del mismo en los períodos de bajante. Para formarse una idea del gran poder moderador que se explica por este fenómeno, basta recordar que el valle tiene 527 kms. de longitud con un ancho medio de once kms., de modo que una oscilación de un metro representa un volumen de 6.000 millones de m^3, el que se reduce á una capacidad de 1200 millones, suponiendo que la parte vacía entre el ripio represente $^1/_5$ del volumen total. Si esta variación de nivel se efectuara durante el período de veinte días, substraería al caudal del río, en su parte inferior, más de 700 m^3 por segundo.

El efecto real resultará, en la práctica, bastante inferior al calculado; por cuanto el movimiento del agua entre el ripio es muy lento, de modo que el perfecto equilibrio de nivel, entre la superficie del lago subterráneo con la del río, expresa más bien una tendencia que un hecho. Reducida cuanto se quiera la cifra expresada, quedará siempre bastante alta para indicar la gran fuerza moderadora que ejerce el inmenso banco aluvial del valle sobre los caudales del río.

Más importante y más rápida será la acción de la parte exterior del valle mismo, cuando el río desborde y lo ocupe en una extensión más ó menos grande, como se verifica en las fuertes crecientes, y sería fácil repetir un cálculo aproximado de la forma del anterior.

A este respecto, es necesario tener muy bien presente que una es la acción moderadora que se ejerce sobre el régimen general del río y otra la que se produce, ó puede producirse, sobre el caudal máximo de una creciente. Aunque sea muy grande la primera, pueden ocurrir circunstancias en que sea nula la segunda. La acción moderadora de un depósito cualquiera, lago, banco permeable, cauce del río ó extensión inundable del valle, es máxima al iniciarse una creciente, disminuye progresivamente á medida que esta adelanta, y puede anularse cuando la duración de la misma se prolonga demasiado.

Efectivamente, si después que todos los depósitos estén llenos y á una máxima altura, prosiguen bajando incesantemente los mismos volúmenes de agua, es claro que la acción de los depósitos mismos se anula, por cuanto serán los mismos caudales de agua los que pasarán en cualquiera sección del valle.

De todo esto se desprende que, cuando las lluvias fuesen de breve duración, aunque violentísimas, todas las fuerzas moderadoras ejercerán su acción benéfica y la creciente pasará, grandemente atenuada, en un período de tiempo mucho más largo; mientras si las lluvias persisten por un período largo, pueden producirse crecientes fuertes y muy perjudiciales, aun con volúmenes unitarios de lluvia menos considerables. En otras palabras, se debe admitir, que en la altura de las crecientes del Río Negro tiene mucha mayor influencia la duración de las lluvias que se precipitan en lo alto de la Cordillera, que la violencia de las mismas. Todas estas consideraciones nos servirán de guía, cuando se trate de los medios á emplearse para salvar este valle de los estragos de sus grandes inundaciones.

§ 2º Efecto de la evaporación sobre el régimen de los ríos

En general, todos los ríos aumentan su caudal de agua, á medida que descienden, en razón de la que les conducen contí–

nuamente sus nuevos afluentes. En nuestro caso, aunque no se tengan datos seguros, es indudable que debe verificarse lo contrario, es decir, una sensible y progresiva disminución del volumen de las aguas, causada por el hecho ya constatado que, saliendo los ríos de la Cordillera, ya no entran en ellos nuevos afluentes de curso perenne; así como por la infiltración y evaporación que deben causar pérdidas continuas y de alguna importancia.

Nada se puede decir sobre las pérdidas por infiltración del cauce, por cuanto no se tienen datos sobre este particular y sería casi imposible conseguirlos. Sin embargo, estas pérdidas, no resultan graves sino cuando concurren causas especiales, como cuando se atraviesan grandes bancos de arena ó ripio suelto.

En el caso que nos ocupa, todos los valles de los ríos se encuentran profundamente escavados en formaciones rocosas ó de sedimento marítimo compacto; de modo que las pérdidas de agua por este concepto no deben resultar, probablemente, muy importantes. Un hecho cierto de la impermeabilidad del sedimento marítimo, en el cual están como encajonados todo el valle del Río Negro y gran parte de los otros, se deduce del resultado obtenido en el pozo artesiano, construido por el F. C. al Neuquén en la Estación del Choele-Choel, en el valle del Río Negro. Enteramente perforado en las mismas rocas que forman la barranca y el fondo del valle, se ha llegado á 270 metros de profundidad sin encontrar una gota de agua, lo que habría sido imposible si se hubiesen producido filtraciones del río entre las rocas que constituyen las barrancas.

Es más fácil hacerse una idea de las pérdidas debidas á la evaporación.

Suponiendo, para simplificar el cálculo, que los ríos descienden de la Cordillera en un solo cauce de un mismo ancho, de modo que resulte compensada la subdivisión de sus afluentes, tendremos que el Colorado, desde sus orígenes en el Río Grande, tiene, por lo menos, un desarrollo de 1350 kms. con un ancho de 70 metros y que el Río Negro, calculado desde las vertientes del Neuquén, alcanza un desarrollo de 1300 kms. por un ancho medio de 250 metros.

Teniendo en cuenta lo seco del clima, los vientos fuertes que recorren incesantemente los valles, y la agitación de las olas, no se debe hesitar en asignar un promedio de evaporación de dos metros y medio al año; lo que daría para el Colorado una pérdida de 236 millones de m³ anuales, correspondiente á 8 m³ por segundo y, para el Río Negro, una pérdida de 812 millones de m³. correspondiente á 27 m³ por segundo.

A más de la evaporación propia del espejo de los ríos, hay la de las playas arenosas, bajo las cuales se encuentra agua á poca profundidad, y que, caldeadas por el sol, constituyen un aparato evaporatorio mucho más potente que las mismas superficies libres de las aguas, lo que hará, por lo menos, duplicar las pérdidas indicadas. Ni esto es suficiente: como se dirá en la descripción del valle del Río Negro; toda la vegetación que cubre las islas, las orillas del cauce y, en general, la superficie del valle mismo, se nutre á expensas de la humedad del subsuelo que sube por capilaridad, y que á su vez se provee de agua del río.

Finalmente, teniendo presente, como se indicará en el Capítulo que sigue, que las aguas de estiaje, no superan probablemente los 40 m³ por segundo en la parte inferior del Río Colorado, y los 400 m³ en el Río Negro, se puede estimar que en el primero se pierde por evaporación al rededor de ⅓ de agua y ⅕ en el segundo. Estas pérdidas, especialmente en el Río Negro, serán compensadas en los períodos de bajantes por las vertientes que provienen de las aguas almacenadas en el banco permeable del valle, y es muy probable que, en algunas circunstancias, pueda encontrarse por tal causa mayor volumen de agua en la parte inferior del río que aguas arriba.

§ 3º Oscilaciones limnimétricas

Base de cualquier estudio serio sobre la hidrología de un río es el conocimiento de sus oscilaciones de nivel, ó alturas limnimétricas, deducidas de una serie de observaciones diarias durante un cierto número de años. Mediante tal escala de alturas, se tienen inmediatamente los niveles mínimos y máximos de las aguas del río y las alturas medias mensuales, lo que permite estimar los caudales que el río lleva en sus

diferentes niveles, y por medio de los cuales es posible resolver cualquier cuestión relativa á la utilización de las mismas. Desgraciadamente, no se han efectuado observaciones metódicas sobre tan interesante particular, ó, por lo menos, no han sido conservadas. Es cierto que en Roca, por ejemplo, se observaron las alturas del río durante dos años seguidos y con alguna regularidad, pero no ha sido posible á la Comisión conseguir los datos relativos.

El señor G. Estrella ha establecido recientemente un hidrómetro flotante en la estancia Fortin Viejo, de los señores Luro, en el Colorado inferior, pero sus observaciones, que tuvo la amabilidad de comunicarnos, comprenden un período demasiado breve para poder ser útilmente consultadas.

A falta de datos numéricos fidedignos, la Comisión ha debido atenerse á las indicaciones que le han suministrado varios vecinos y principalmente el Comandante de la Escuadrilla del Río Negro, señor Santiago S. Albarracín, por lo referente á este río; y que se resumen como sigue:

El nivel del Colorado, en su parte inferior y en condiciones ordinarias, oscila entre alturas muy limitadas, de 1,50$^{m.}$ de diferencia, alcanzando apenas los 2,50 $^{ms.}$ en las crecientes extraordinarias; lo que es causa de que las inundaciones en este río sean casi desconocidas en la parte superior y limitadas á algunas zonas en las regiones inferiores. El río empieza á moverse, *á repuntar,* como dicen en la localidad, á mediados ó fines de Noviembre: tiene sus máximas alturas en Enero, principiando después la bajante, que dura hasta Octubre. Este movimiento de las aguas, que es el prevaleciente, tiene por causa única el deshielo en la Cordillera. Sin embargo, la regularidad de su marcha es perturbada algunas veces por la acción momentánea de fuertes aguaceros, que se descargan en las regiones altas, desde Enero hasta Abril y, aunque más raramente, en Septiembre y Octubre.

En cuanto á las crecientes del Río Negro, los escasos datos que esta Comisión ha podido recoger, son los que siguen:

En años ordinarios, los niveles del río oscilan entre los 2.00 metros; más raramente alcanzan entre 2.00 y 3.00$^{m.}$, siendo extraordinarios los casos en que llegan ó superan los 4.00$^{m.}$. Las aguas empiezan á moverse ó repuntar á fines

de Septiembre y primeros días de Octubre, y siguen oscilando hasta los primeros días de Noviembre; empezando en esta época la verdadera creciente de verano, que aumenta hasta fin de Diciembre. En Enero se inicia la bajante, que se acentúa siempre hasta fines de Abril. En Mayo empiezan los aumentos debidos á las lluvias de Otoño: á fines de Junio ó en Julio, las lluvias se precipitan ya, bajo forma de nieve, en la Cordillera, produciéndose entonces una nueva bajante, que dura hasta fines de Octubre. Tenemos así, en el Río Negro, dos crecientes y dos bajantes: las crecientes de primavera y de otoño y las bajantes de mediados de verano y de invierno.

La creciente más regular en sus oscilaciones y más fija en sus épocas es la de primavera, por cuanto, si en parte depende de un fenómeno aleatorio, como es la acumulación de las nieves hiemales, por otra parte. interviene también en ella un hecho astronómico cierto, cual és la altura del sol sobre el horizonte. Por lo contrario, la de otoño resulta más variable por ser originada íntegramente por un fenómeno tan inconstante como las lluvias.

Por razones análogas, la bajante de verano (mediados de Enero á mediados de Abril) es más acentuada y más segura que la de invierno; ó, hablando más propiamente, ella es la única verdadera bajante del río. por cuanto en invierno éste conserva siempre un considerable volumen de agua.

CAPÍTULO VI

AFORO DE LOS RÍOS

§ 1º Río Colorado — § 2º Río Negro — § 3º Alto Limay

Si faltan en absoluto las observaciones limnimétricas de los ríos, se tienen naturalmente menos datos sobre los caudales de agua llevados por los mismos en sus distintos estados: tampoco tenía esta Comisión los medios y el tiempo suficientes para practicar estudios detenidos de esta naturaleza, pues le faltaba, entre otras cosas, una lancha á vapor que habría sido absolutamente necesaria para moverse en el río con relativa facilidad.

Sin embargo, algo se hizo, como se pudo, pensando que cualquier dato, aunque solo fuese indicativo, sería una luz preciosa en medio de las tinieblas absolutas que cubrían esta parte de la cuestión.

Se consignan aquí los resultados de tales experiencias, refiriendo á la Nota 1ª, para la exposición de los detalles y cálculos correspondientes.

§ 1º Río Colorado

Se hizo una medición del Colorado el día 6 de Mayo, frente á la Estación Juan de Garay, en aguas bajas, resultando un volumen de 60 metros cúbicos por segundo; y, teniendo en cuenta la pendiente y sección del río en esta localidad, se pudo deducir, con alguna aproximación, que en extrema bajante (0,30m. menos de la altura observada) dicho caudal desciende á 40 metros cúbicos; que en aguas altas ó en creciente (2.20m. arriba del nivel observado) dicho caudal sube á 440 metros cúbicos por segundo.

Con respecto á esta última cifra, se debe observar que quizás ella resulte bastante inferior á la verdadera, por cuanto á tales alturas ya se efectúan desbordes en el valle, los cuales no ha sido posible tener en cuenta.

§ 2º Río Negro

En el Río Negro se efectuaron dos aforos, uno el 1º de Marzo, frente á la estancia del Sr. Zorilla (entre Roca y Chichinales) y el otro frente á Conesa, el día 28 del mismo mes. Del primero resulta una sección de agua de 476 metros cuadrados, con una velocidad media de 1.36 metros y, en consecuencia, con un gasto de 647 metros cúbicos por segundo.

Del segundo, resultó una sección de 672 metros cuadrados, una velocidad media de 1.08 m. y, por lo tanto, un gasto de 712 metros cúbicos.

Según observaciones hechas en Roca, contemporáneamente con las anteriores, entre el primero y segundo experimento, el río había crecido de 0.30 m.; de modo que para comparar los dos resultados obtenidos, era necesario establecer cual habría sido en Conesa el gasto de agua, con una altura menor de 0.30 m. Efectuados los cálculos correspondientes, resulta

para tal altura una sección de 608 metros cuadrados, con una velocidad de 1.04 m. y, por consiguiente, un gasto de 632 metros cúbicos, muy próximo al obtenido en la estancia de Zorilla (647 m³).

El administrador de esa estancia, que vive á la orilla del río, nos indicó que el nivel del agua en el día del experimento se hallaba 50 ó 60 centímetros más alto que la mayor bajante. Fijada, para mayor seguridad, en 70 centímetros debajo de la observada, esta altura mínima, y en consecuencia en 1 metro la de Conesa, resultarían para los caudales mínimos de agua las cifras de 410 y 440 metros cúbicos respectivamente.

Para determinar los volúmenes correspondientes á niveles más altos, se empezaron á fijar las pendientes del río en las dos localidades, usándose para control, tanto del cálculo como de la observación directa; resultando estas pendientes, respectivamente, frente á la estancia de Zorilla, de 0.58 y 0.60 metros por kilómetro y, en Conesa, de 0.22 y 0.30 metros.

Además, se supuso que esta misma pendiente se conservara durante las mayores crecientes del río, lo que debe verificarse, efectivamente, si no intervienen causas locales que alteren la sección, como ser gargantas ó estrechuras, puentes ú otras obras de arte.

Aplicando estos criterios en Conesa, se obtendría los siguientes resultados:

Altura del río	Superficie de la sección m²	Velocidad media por 1"	Caudal de agua m³ por 1"	OBSERVACIONES
0.00	474	0.93	441	Nivel de máxima bajante.
1.00	672	1.06	712	id. de aguas normales.
2.00	896	1.28	1145	Se inicia la creciente, entrando el agua en los salados.
3.00	1142	1.50	1712	Empiezan las inundaciones.
4.00	1387	1.71	2372	Grandes inundaciones.
5.00	1625	1.88	3055	Inundaciones extraordinarias.
6.00	1868	2.09	3904	

Efectuando cálculos análogos, para la sección del río frente á la estancia Zorilla, se encuentra, para los tres metros arriba del 0, volúmenes de 15 á 20 % mayores que los de Conesa, lo que demuestra que, por causa de la mayor pendiente (dupla) que tiene el río en esta localidad, no corresponden á los mismos volúmenes de creciente las mismas alturas del río, siendo naturalmente menores en Zorilla que en Conesa. Aunque en Conesa las secciones de agua sean mayores que en Zorilla, sin embargo, ellas no alcanzan á compensar la mayor velocidad en esta última localidad.

Se debe tener presente que, principiando las inundaciones del valle á los tres metros, después de esta altura se debería agregar á los volúmenes indicados las masas de agua que corren sobre el valle mismo, y para cuya determinación se carece de elementos.

Sin embargo, esto no tiene gran influencia mientras la altura de agua no supera á un metro, pues en razón de las grandes resistencias que encuentra en su movimiento, la velocidad queda siempre muy limitada, y el gasto efectivo es escaso, aunque impresione fuertemente á la vista por la gran sección que ocupan las aguas.

§ 3º Alto Limay

El día 10 de Abril se efectuaron otras determinaciones en el nacimiento del Alto Limay, precisamente á su salida del lago Nahuel Huapí, y, el día 29 de Marzo, otra en el río Traful, igualmente á su salida del lago homónimo.

En el emisario del lago Nahuel Huapí se determinaron algunas secciones del cauce del río, así como su pendiente, la velocidad máxima superficial, y las alturas mínima y máxima del nivel del agua según los datos suministrados por el señor Tauscheck morador de la localidad.

El aforo del río se efectuó el día 10 de Abril á $0,^{m}75$ sobre el estiaje, ó sea $1,^{m}50$ debajo de su nivel máximo, encontrándose para la sección mojada, un área de 154 metros cuadrados, y para la velocidad superficial máxima, la cifra de $2,^{m}60$ que, multiplicada por el coeficiente $0,^{m}74$, dá una velocidad media de $1,^{m}92$ y, en consecuencia, un caudal de 296 metros cúbicos por segundo.

Calculada la pendiente según estos datos, resulta de 0,0012 por metro, mientras que la nivelación directa dió 0,0015. Admitiendo que la misma pendiente se conserve también en los otros niveles del agua, resultaría para el estiaje ($0,^{m}75$ debajo del nivel observado), una sección de 104 metros cuadrados, una velocidad media de $1.^{m}78$ y un caudal de 185 m. cúbicos; y para la altura máxima ($1,^{m}50$ sobre el nivel observado), una sección de 293 metros cuadrados, velocidad media de $2,^{m}48$ y un gasto de 726 metros cúbicos.

Teniendo en cuenta la observación hecha, de que en las aguas más bajas se forma un rápido al principio del mismo emisario, lo que debe causar una disminución de pendiente en el trozo inmediatamente inferior, es probable que el volumen de estiaje sea menor que el indicado, oscilando alrededor de 150 metros cúbicos.

El ingeniero T. Frey, de la Comisión de Límites, encontró también, en este mismo año, una velocidad superficial de $2,^{m}60$, y el explorador Cook encontró á su vez, en aguas crecidas, una velocidad de 3 metros.

En el río Traful se encontró, el día 29 de Marzo, una sección de 30 metros cuadrados, y una velocidad superficial máxima de 3 metros, á la que corresponde una media de $2,^{m}22$; ó sea un caudal de 67 metros cúbicos.

Encontrándose los lagos Nahuel Huapí y Traful en las mismas condiciones de clima y en la misma relacion $\left(\frac{1}{7}\right)$ entre las áreas de los espejos de los lagos, y las de sus cuencas, sus caudales debían racionalmente hallarse en la misma proporción de las áreas de sus cuencas, es decir $\frac{738}{3500} = 0,21$.

Según esto, el caudal del Traful debería resultar igual al del Limay, multiplicado por el coeficiente 0,21, es decir, $296 \times 0,21 = 62.18\ m^3$, el que se aproxima bastante al observado, de 67 metros cúbicos.

Por lo demás, se declara nuevamente que las cifras expuestas deben considerarse tan solo como indicaciones aproximadas de la verdad, pues para obtener valores seguros sería necesario una serie de observaciones y experimentos sistemáticos de los cuales se hablará en un capítulo á parte.

SEGUNDA PARTE

Descripción detallada de los Valles

CAPÍTULO VII

DESCRIPCIÓN DEL VALLE DEL RÍO NEGRO

§ 1° Generalidades

La descripción detallada de los grandes valles que atraviesan la región estudiada debería hacerse, por razones de topografía, de Norte á Sud, y de la Cordillera hacia el mar, dejando para lo último la del valle del Río Negro. Sin embargo, en consideración de la mucha mayor importancia que tiene este valle en relación á los demás, hemos pensado que fuera quizá más conveniente empezar por describir á este último, en todos sus detalles, á fin de poder bosquejar después, rápidamente, la descripción de los demás, limitándo-

nos entonces á señalar, sin repeticiones inútiles, las diferencias de mayor importancia que los distinguen del río Negro.

Como hemos visto en un capítulo precedente, los vastos llanos entre los cuales corre el Río Negro y la última parte de sus confluentes, el Limay y el Neuquén, son valles de erosión, profundamente excavados por los mismos ríos en la gran falda de aluvión marítimo, que desciende de los últimos contrafuertes de la Cordillera hasta el Atlántico, en una extensión de 600 kilómetros aproximadamente.

La profundidad, á que se encuentra el valle del río respecto á las mesetas de la altiplanicie superior, varía entre 150 y 200 metros en su origen, es decir, en la confluencia de los ríos Neuquén y Limay, disminuyendo gradualmente hacia el Océano, donde llega entre barrancas de 30 á 40 metros de altura. En el fondo de esta profunda erosión, se extiende la parte llana del valle, que mide 527 kilómetros de longitud, con un ancho variable de 6 á 20 kilómetros, y tiene una superficie aproximada de cinco mil quinientos kilómetros cuadrados, ó sea quinientas cincuenta mil hectáreas. Como bola de billar que rebota entre sus bandas, el río desciende veloz en esta llanura, chocando sucesivamente entre las barrancas Norte y Sud, lo que da origen á una serie de largos valles, situados alternativamente á derecha é izquierda del cauce.

Las orillas del río, y cierta zona adyacente, son de un verde intenso, cubiertas de pastos y pobladas de bosques de sauces; pero, alejándose apenas uno ó dos kilómetros de esa zona privilegiada, la escena cambia rápidamente de aspecto. Hasta donde alcanza la vista, se divisa una llanura gris, desierta, de terrenos desprovistos de toda vegetación, cubiertos, cuando más, con pasto duro ó junquillo de color amarillento, ó con los pálidos arbustos peculiares de la sierra: zampa, jarilla, chañares enanos, etc. Siluetas de blancos médanos, diseminados en ese desierto, rompen la monotonía de la escena, contribuyendo á aumentar su tristeza.

Quien pudiera observar el valle desde lo alto, vería extendida, desde la Cordillera al Océano, una gran sábana gris, en la que se desenvuelve, formando curvas y meandros, una estrecha cinta azul orlada de verde.

Por lo tanto, el valle mismo forma una entidad compleja,

cuyas partes principales son: las barrancas, el llano, el cauce del río y su caudal de agua.

Cada una de esas partes será descripta separadamente, limitándose esa descripción á lo que pueda interesar directamente al objeto de este estudio.

§ 2º Barrancas

Formación y altura — Perfil superior ó cuchilla — Perfil transversal ó talud — Constitución litológica y rocas

Formación y altura.—Con el nombre de barrancas se designan las proyecciones verticales del profundo surco que han excavado las aguas en la altiplanicie, y que limitan lateralmente, el valle del río. Los vecinos las llaman cuchillas, pero este vocablo es más propio para indicar el contorno superior de las mismas, ó sea el principio de la altiplanicie.

Una observación detenida de la forma y constitución íntima de estas barrancas, pone inmediatamente en evidencia algunas circunstancias de capital importancia, entre otras: que la altura de las mismas sobre el nivel del valle va disminuyendo constantemente á medida que se desciende según el río; que las del lado Sud parecen menos altas que las del lado Norte; que ambas están formadas de las mismas rocas, tierras y pedregullo; que el corte visible de las mismas representa una serie de estrados ó capas paralelas, de una grande extensión, con inclinación hacia el mar. Todo esto queda bastante bien explicado, si se supone que la formación de la altiplanicie es debida á una serie de estratificaciones submarinas de los materiales de desagregación, provenientes de la Cordillera; que un movimiento lento, pero constante, de todo el continente las hizo emerger gradualmente de la superficie del mar, dándoles dos pendientes, una más fuerte (algo menos del uno por mil) de Oeste á Este y la otra más débil (no bien determinada) de Norte á Sud; y, finalmente, que las aguas de lluvia, provenientes de la Cordillera, y las de los deshielos de una ó más épocas glaciales, pasando por encima de la planicie en contínua emersión, la surcaron profundamente, dándole su modelación actual.

El valle del Río Negro es la más importante de tales erosiones: debe su ancho á la poca cohesión de las rocas que

forman su cauce, y su grande hondura, á la necesidad que han tenido las aguas de excavar el fondo á medida que se iba levantando la altiplanicie, para conservar el equilibrio entre la velocidad de las aguas y la resistencia del fondo mismo.

Pero no debe creerse que la disminución de la altura de las barrancas se produzca siempre en una proporción constante. Se verifica alguna vez que toda su altura se divide ó desdobla, retirándose la parte más alta por adentro de la altiplanicie para volver después, de una gran vuelta, á juntarse con la inferior, formándose entre las dos una terraza de superficie más ó menos extensa y llana. Hay también casos, en que una parte de la barranca, después de haberse separado, se retira indefinidamente tierra adentro, no volviendo á juntarse más con la inferior, quedando, por tal motivo, entre las dos, planicies de superficie prácticamente indefinidas. En el plano general, lámina I, se puede observar un ejemplo del primer caso en la margen derecha, entre Roca y Chichinales, y del segundo, en la misma margen, de Chichinales hacia abajo. Esto es de muchísima importancia para el riego, por cuanto permitiría alcanzar dichas planicies superando alturas limitadas.

Tenemos otros dos casos típicos de tales desdoblamientos de las barrancas; uno en la margen Sud, frente y aguas abajo de la Isla de Choele-Choel; y el otro en la margen Norte, en la gran Abra ó laguna que existe frente á China Muerta. Como ambos casos pueden dar lugar á dos grandes canales para el riego de las altiplanicies laterales, con posibilidad de ser prolongados hasta el puerto de San Antonio el uno, y hasta la Bahía de San Blas el otro; merecen una descripción y estudio especial que se harán en capítulo aparte.

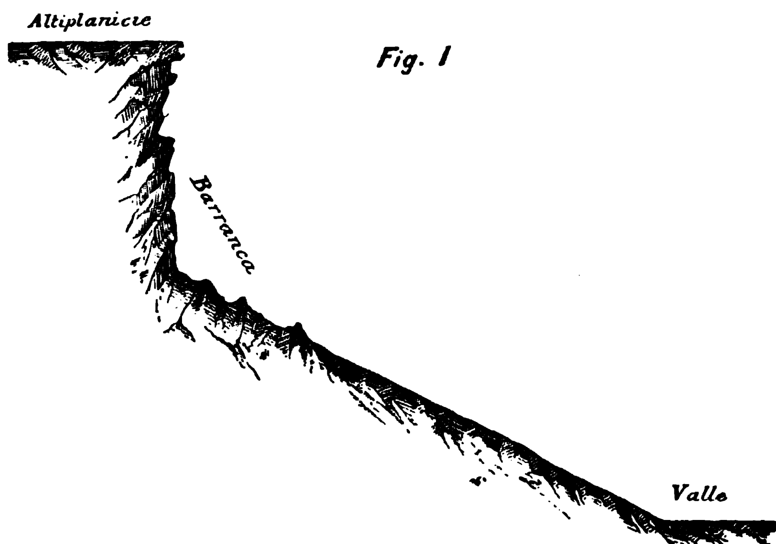
Perfil superior de la barranca ó Cuchilla.—La línea, que limita superiormente la barranca ó, como dicen los vecinos, la cuchilla, presenta variaciones aun más sensibles. Si ésta fuera una intersección neta de dos planos, el de la altiplanicie con el del talud de la barranca, su proyección en el espacio debería aparecer como una línea recta, lo que sucede efectivamente en grandes extensiones. Pero también es bastante

común verla aparecer bajo forma de líneas onduladas, ó cortadas á pique, en saltos bruscos y con apariencias de lomas empinadas y picos. En muchos casos, solo se trata de efectos de perspectiva, como cuando la barranca se retira en el interior, formando una curva, y aparecen á la vista únicamente dos trozos de la cuchilla, muy distantes entre sí. En este caso, es claro que el más distante aparecerá más bajo que el cercano, y estarán separados por un salto que corresponde á todo el desarrollo de la parte no visible. Igualmente, cuando la barranca se desdobla, formando una curva, desaparece á la vista la parte interna de la barranca, y la visible aparece bajo forma de una *U*, con base muy amplia. Pero en la mayor parte de los casos, la aparente discontinuidad tiene por causa única las erosiones producidas por las aguas de lluvia en los bordes de la altiplanicie superior. Por esto, se han venido formando cañadas y valles numerosos y profundos, los que, cortando la altiplanicie, han transformado la zona extrema de la misma en una sucesión de lomas, siempre más alta una que la otra, hasta alcanzar al plano ó nivel general. Esta particularidad induce frecuentemente á engaño á los que recorren el valle por la baguada del río; pues, á veces, permite suponer que, la altura de la barranca, se limita á unos pocos metros, mientras sucede constantemente que, después de haber subido de loma en loma, andando uno ó más kilómetros, se encuentran invariablemente las mesetas en su altura general. Esta ilusión nos ha costado muchos viajes inútiles, ha frustrado muchas esperanzas, y ha sido, quizá, la causa de las noticias equivocadas que circulan sobre cañadas, abras, y otras facilidades para arrancar canales del valle.

Perfil transversal de las barrancas y forma del talud—Este particular tiene una importancia capital en caso de tenerse que faldear las barrancas con un canal, para alcanzar las mesetas superiores.

En la parte más elevada del valle, es decir, hasta el punto en que la barranca tiene la altura de 70 á 80 metros, el perfil de la misma se divide generalmente en la parte superior, casi á pique, y en otra inferior, que aparentemente presenta un talud regular como del 2 al 3 por 1, pero que, vista de cerca, se transforma en un montón informe de picos y lomas carcomidas por

el agua, según lo indica el siguiente cróquis (Fig. 1). Cuando se desciende á menores alturas, desaparece casi completamente la parte á pique; el talud toma inclinaciones más suaves, subdividiéndose en lomas de poca pendiente, revestidas de vegetación, y adquiriendo una base que puede variar de 200 ó 300 metros á la de algunos kilómetros. Un caso muy interesante de transformación del talud es cuando éste es sustituido por una falda unida, llana y de muy poca inclinación, — y de estas hay de todas formas. — Faldas que ocupan la tercera parte, la mitad, y casi la totalidad de la altura de la barranca; inclinaciones que varían de uno por mil, hasta el dos y el tres por ciento,



y con un ancho de pocos centenares de metros unas veces, y de varios kilómetros otras.

Es un caso típico el que se presenta al Sud de la isla de Choele-Choel, donde se pierde completamente la forma de barranca, sustituyéndose á ella un plano inclinado con muy suave declive, llano, continuo y por el cual, sin advertirlo casi, se llega del valle á la altiplanicie superior, con desniveles de más de cuarenta metros. Tal disposición en las barrancas se presta admirablemente para levantar el agua á alturas considerables, sin dificultades y sin gastos excesivos: de ello hablaremos oportunamente con mayor detención.

En general, se puede decir que, donde el río corre al pié ó muy cerca de las barrancas, estas tienen taludes muy inclinados y quebrados en toda su altura; mientras que donde el río se encuentra lejos de aquéllas, no falta allí nunca una parte de las mismas trasformada en falda más ó menos inclinada y llana. La razón de esto es obvia y no nos detendremos á indicarla.

Constitución litológica y rocas. — Se há indicado yá que la altiplanicie, en que están cortadas las barrancas, la constituyen estratificaciones sedimentarias de origen marítimo, cuyos materiales han sido suministrados por la desagregación y descomposición de las rocas eruptivas de la Cordillera, ó de origen volcánico más reciente. Gran parte de estos estratos se han conservado completamente desagregados, y se muestran en forma de masas terrosas ó arenosas, incoherentes, amarillas, blanquizcas ó rosadas; otras se presentan más firmes, debido á cierta proporción de arcilla que entra en su composición; y otras tienen ya una cierta consistencia pétrea y reciben el nombre genérico de toscas (tobas), aunque pertenezcan á clases muy distintas.

Hay toscas arenosas, de grano grueso, que se presentan en forma de lajas, pero de muy débil cohesión; otras son verdaderas pudingas, pero tiernas, deshaciéndose bajo los golpes del martillo, y hay esquistos arcillosos, obscuros, compactos, que resisten muy bien la acción de las aguas, las que los alisa sin corroerlos demasiado.

Diseminado entre las varias capas y especialmente en las terrosas, se encuentra pedregullo de escaso tamaño (dificilmente supera el de un huevo) y en poca cantidad; constituido por rocas primitivas y volcánicas, como dioritas, granitos y cuarzitas de varios colores, pórfiros, lavas basálticas, etc. Son frecuentes también, formaciones de yeso amorfo ó cristalino, mezclado con estratos de calizas terrosas. No se han constatado verdaderos bancos de pedregullo ó ripio, con excepción de una zona situada en la margen Sud, entre la estancia Zorilla y Chichinales; donde el contorno superior de la barranca se encuentra cubierto por una capa de este material, de uno á tres metros de espesor. Pero, por la forma de sus estratificaciones, parece más bien originado por alguna corriente fluvial después de la emersión de la altiplanicie.

A pesar de la poca cantidad de pedregullo ó ripio que entra en la composición de las barrancas, es muy común verlas enteramente cubiertas de una delgada capa de ese material. Tales aglomeraciones superficiales se deben únicamente á la acción prolongada de los vientos y de las lluvias, que han llevado, con el tiempo, grandes masas de materiales livianos, dejando acumularse los pesados, que se encontraban diseminados entre los mismos.

Esta formación es muy común en todas las faldas de la Cordillera.

Rocas duras y aptas para la construcción no se han visto, y, según noticias recogidas, parece que, en efecto, no se encuentran en todo el curso del río, con excepción de los últimos kilómetros hacia el mar, donde aparecen y se generalizan siempre más los estratos de una arenisca gris, de grano fino, dura, compacta, homogénea y apropiada para cualquier trabajo.

En Patagones y Viedma, existen muchas obras de fábrica y veredas hechas con ese material. Por lo demás, las mismas variaciones, que presenta el ancho del valle, dan la medida de la distinta resistencia que la roca primitiva ha opuesto á la acción corrosiva de las aguas. Otro criterio sobre la mayor ó menor firmeza de las barrancas, puede deducirse de la proximidad y persistencia del curso del río al pié de las mismas. Cuando un arroyo perenne ó un río, encuentra una orilla bastante firme, la socaba á pique profundamente, y conservando allí su mayor altura y velocidad, no abandona más la posición conquistada. Como se verá oportunamente, estos parajes son lo más á propósito para fijar en ellos las tomas de los canales de riego.

Un caso muy digno de atención de esta proporcionalidad inversa que existe entre el ancho de un valle y la resistencia de las barrancas, se constata en la desembocadura del río en el Océano.

Contra la regla constante, de un aumento considerable en el ancho del cauce, que se efectúa á la entrada de los ríos en el mar, el valle del Río Negro, que en todo su curso superior no tiene nunca un ancho inferior á 6 kilómetros (tiene generalmente de 11 á 12), se estrecha de improviso al

aproximarse al mar, y, por una rápida vuelta de la barranca Sud hacia la Norte, termina en una especie de garganta de 1000 metros apenas de ancho, por la que sus aguas penetran en aquél. Tal singularidad no puede racionalmente provenir de otra causa sino de la mayor dureza de las rocas de las barrancas, que, en este punto, como se señaló anteriormente, se transforman en un *grés* duro y compacto, que de un lado opuso una barrera á los avances del Océano y, del otro, cerró el valle en la forma indicada. Parece que, actualmente, grandes médanos de arena cubren la roca primitiva, cuya presencia se revela solo, aquí y allá, en algunos puntos.

En general, puede afirmarse:

Que las barrancas más altas de la primera parte del río están constituidas en la parte superior por estratos más firmes, con yeso, piedra caliza, etc., formando la parte á pique de la barranca; mientras, en las capas inferiores, se encuentra tierra de poca ó ninguna cohesión.

Que, más abajo, donde se pierde la parte á pique, desaparecen las capas superiores más firmes, pero las inferiores presentan mayor cohesión y consistencia.

Que esta mayor cohesión aumenta siempre á medida que se desciende el río, especialmente respecto al esquisto arcilloso, el cual va siempre adquiriendo mayor dureza, y mayor importancia.

Es evidente que estas particularidades tienen una importancia grandísima para la ubicación de las tomas, y para el riego de los terrenos altos situados fuera del valle.

§ 3º Valle y cauce del Río

Cauce — Formación del Valle y de sus capas aluviales — Banco permeable de pedregullo — Capa superior cultivable y su origen — Conformación exterior de la misma y sus accidentes — Lagunas — Salados y arroyos — Rincones — Islas — Médanos.

Cauce — El Río Negro presenta un aspecto magestuoso, con su cauce caudaloso y bien definido, cubierto por las aguas de banda á banda y sin grandes bancos ni extensas playas en seco.

Cuando sus aguas no se hallan subdivididas, formando varios brazos, su ancho puede estimarse en unos 200 metros término medio, como que oscila, en todo su curso, entre 150 y 300 ó 350 metros.

Conserva siempre mucha hondura, no siendo vadeable, de uno á otro extremo, en ninguna época del año; en estiaje, tiene aproximadamente una hondura media de 1,50 metros en la parte superior de su curso y de 2,50 á 3 metros en su parte inferior. Estas profundidades se acusan muy irregularmente, por lo común, en las secciones mojadas del río, por cuanto se las halla más frecuentemente mayores, con alturas que alcanzan hasta 6 y 7 metros, cerca de una ú otra orilla, debido á la sucesión de curvas y contracurvas que se forman en su curso.

El lecho del río lo forma siempre un piso firme, compuesto de pedregullo fino, mezclado con cantos rodados en los trechos superiores; raramente se encuentran en él arena fina y bancos fangosos, prescindiendo, naturalmente, de los pozos que han sido rellenados con esos materiales.

La velocidad de la corriente es bastante considerable, variando, según los parajes y estado del río, de 0.80 á 3.00 metros por segundo.

Aún en aguas ordinarias, se efectúa contínuamente en el fondo del río un movimiento del pedegrullo que, con dimensiones cada vez menores, llega hasta el mismo Océano; este movimiento produce un sonido especial que se advierte siempre, más ó menos pronunciado, navegando por el río. Sin embargo, la cantidad efectiva de material acarreado por la corriente no puede ser muy importante, pues, de lo contrario, el río no podría tener un cauce tan determinado como el que presenta.

De lo expuesto en el párrafo anterior, puede deducirse que el Río Negro se halla interrumpido en su curso, faltándole la parte inferior de su valle. Desemboca en el mar por una estrechura sin estuario, conservando aún bastante pendiente y velocidad y acarreando siempre pedregullo: le faltan, por lo menos, cien á doscientos kilómetros de valle, habiendo sido llevados por las corrientes del mar los materiales destinados á su formación.

En esta parte de la costa marítima, las olas baten fuertemente el Continente, corroyendo sus barrancas, y habrían avanzado mucho más sobre éste á no ser la resistencia opuesta por las vetas de duro grés que, como se ha visto, forman, en este punto, las capas inferiores de la altiplanicie patagónica.

En efecto, donde terminan estas estratificaciones, cesa la barranca que limita la playa, y el mar penetra, brusca y profundamente, más de 250 kilómetros al interior, formando el gran golfo de San Matías.

Formación del Valle y de sus capas aluviales. — Si el valle es el resultado de una corrosión de la altiplanicie, el fondo del mismo debe ser formado por las mismas rocas de las barrancas, las que se unen por debajo de él, formando un gran cajón de forma trapezoidal y homogéneo, sobre el fondo del cual descansan los estratos aluviales propios del río.

Aunque la mayor parte de los materiales arrastrados por las aguas, han sido llevados hasta el mar, una pequeña parte de ellos, sin embargo, ha quedado en el valle, cernidos por el agua misma, que los ha depositado otra vez, pero clasificados en capas distintas, según su peso y tamaño: la capa inferior la componen las piedras y rodados más grandes; viene luego el pedregullo, sobre él la arena y, por último, las tierras finas y la arcilla, que constituyen el estrato superficial y visible del nuevo estado de cosas.

Subsuelo permeable de pedregullo. — Los numerosos pozos que han sido excavados en el valle y las lagunas y arroyos, que se encuentran diseminados en toda su superficie, comprueban, sin dejar lugar á duda, la existencia de una espesa capa de ripio ó pedregullo, muy permeable, que, descansando sobre el terreno primitivo, se extiende por todo el largo y ancho del valle. En varios lugares, aun á la distancia de seis ó siete kilómetros del río, se han abierto pozos en los cuales se ha encontrado, invariablemente, ripio y agua abundante á una profundidad de dos y medio á cuatro metros.

El fondo de las lagunas, bastante hondas, y las depresiones de los arroyos están formados de ripio y agua estancada, pero permanente.

El nivel de estas aguas, tanto en los pozos como en las lagunas, no es constante, sinó que sigue las mismas fases del río, bajando cuando aquél baja y levantándose cuando crece.

Es bien entendido que esta igualdad de nivel entre las aguas subterráneas y las aguas vivas del río, debe considerarse más bien como una tendencia que como un hecho; en cuanto á la resistencia que opone el suelo al movimiento de

las aguas, debe producir constantemente una diferencia en más ó menos, tanto más grande, cuanto mayor es la distancia. En caso de creciente, el fenómeno adquiere grandes proporciones, por cuanto zonas extensas se inundan aunque no tengan comunicación directa con el río. En la localidad, tal fenómeno se llama *remanar*, y agua de remane ó agua remanada á la que surge en los campos, por tal causa.

Como en parte hemos visto en otro lugar, y como también veremos más adelante, esta comunicación fácil y directa de todo el valle con las aguas del río tiene un papel muy importante en el régimen del mismo, en la vegetación espontánea y en el cultivo actual del valle, é influirá, también, mucho en la economía de la futura irrigación.

No se conoce el espesor de esta capa de ripio, pero, teniendo en cuenta la gran profundidad que conservan aún algunas lagunas y la que tiene el río mismo en unas partes, se puede estimar que, en general, no ha de ser inferior á 8 ó 10 metros, alcanzando de 15 á 20 en algunos puntos.

Por lo demás, es indudable que debe haber en esto una variación grandísima con relación á la fuerza de la corriente que puede haber tenido el agua en ciertos trozos, bajo la influencia de causas especiales, y de la resistencia muy distinta que habrán opuesto á la corrosión las varias capas de terreno primitivo. La existencia de algunas pequeñas islitas, que se destacan en medio del río, coronadas de sauces añosos, y la agitación que se observa en la superficie del río mismo en algunos puntos, no pueden tener otra causa que el afloramiento de las estratificaciones más resistentes. La superficie superior de esta capa de ripio presenta también sus accidentes. Generalmente, acaba á los 50 centímetros sobre el nivel de las aguas bajas, pero no son raros los trozos en que se esconde, completamente, bajo el mismo nivel, ó que se eleva hasta alcanzar la superficie del suelo.

Está constituida, principalmente, de pedregullo fino, de dos ó tres centímetros de diámetro, más bien redondo, y de las mismas rocas duras del que aparece en las barrancas. En las partes superiores del valle, mezclado al pedregrullo fino, se encuentra el verdadero ripio y hasta cantos rodados que, á medida que avanzan en el río, van disminuyendo en volumen y

cantidad hasta desaparecer completamente en el mar, donde solo llega el pedregrullo más fino. Frente á Roca, los cantos rodados alcanzan hasta 30 centímetros de largo mientras en Choele-Choel es ya dificil encontrarlos de 15 centímetros. Unida al pedregullo, va siempre una cierta cantidad de arena, pero en proporciones muy limitadas y siempre finísima. No se ha visto arena gruesa apta para la confección de morteros, sino más abajo y en poca cantidad. Son raros los bancos de arena pura.

Capa superior cultivable y su origen — Sobre todo el indicado banco de pedregrullo, descansa finalmente la capa térrea y cultivable, cuyo espesor es rara vez inferior á un metro ó pasa de dos. De ésta debemos ocuparnos con más detención porque, á pesar de su exiguidad, representa el verdadero campo sobre el cual se desarrollarán en esta región las futuras batallas de la actividad humana, siendo, todo lo demás, partes accesorias. Esta capa térrea tiene dos orígenes distintos: una parte proviene de las altiplanicies laterales y es llevada y depositada allí por la acción de las lluvias; la otra ha sido formada por los légamos, mantenidos en suspensión por las aguas del río, y depositados en los desbordes de sus crecientes.

A pesar de que la pendiente general de las altiplanicies laterales del valle sea muy pronunciada de Oeste á Este, es decir, paralela al curso del valle mismo, la acción de las lluvias ha conseguido destruir y redondear las aristas vivas de las barrancas, modelando las zonas extremas de las mismas en pendiente hacia el valle, como ya se indicó al tratar de dichas barrancas. A causa de tal conformación de las mesetas superiores, descienden al valle numerosos arroyos, secos la mayor parte del año, pero que llevan agua cuando se producen lluvias fuertes, lo que ocurre en raras ocasiones.

Los materiales más pesados quedan en las inmediaciones de las barrancas, formando conoides, ó faldas á suave declive, de las que hemos hablado anteriormente, siguiendo los más livianos (arena fina, arcilla y detritus vegetales) el curso de las aguas en el valle. Allí se desparraman inmediatamente sobre su superficie, y mientras la parte líquida se filtra á través del manto térreo y llega al río por entre el banco de

pedregrullo, las partes sólidas quedan en la superficie en forma de capas delgadas. Los terrenos así formados constituyen campos sumamente parejos, de tierra excelente para el cultivo y generalmente al abrigo de las inundaciones. Tienen dos inclinaciones: una más pronunciada en la misma dirección del valle, lo que da lugar á la formación de ondulaciones en la superficie que, aunque inperceptibles al ojo, quedan acusadas por la falta de vegetación en las partes más deprimidas; la otra, mucho más débil y algunas veces apenas sensible á los mismos instrumentos, va de la barranca hacia el río, en sentido transversal al valle.

Pero la fuerza más poderosa, que crea y conserva la capa cultivable del valle, es el río mismo. Cuando sus aguas turbias salen de madre y por lenta expansión inundan los valles laterales, pierden en ella gran parte de su velocidad, depositando los materiales que llevan en suspensión. Este depósito es más abundante cerca de las orillas mismas del río, lo que con el tiempo determina una marcada pendiente en los depósitos mismos, desde el río hacia las barrancas. Verificándose tal fenómeno en ambas orillas, resulta que la sección transversal del valle tiende á tomar la forma de un ángulo, con los lados que se inclinan hacia las barrancas y en cuyo vértice corre el río. Por lo demás, esta es la forma común de todos los valles creados con los aluviones del mismo río que los atraviesa, y es el mismo fenómeno que se verifica en el riego con aguas turbias, en el que, después de un cierto tiempo, la acequia regadora se eleva tanto sobre el suelo que parece colocada sobre un terraplén.

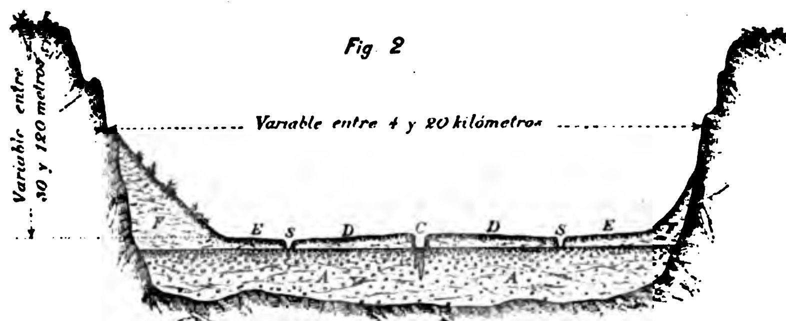
Conformación exterior del valle y sus accidentes — Según lo expuesto, si no hubiera otras causas perturbadoras, la sección típica del valle sería la representada por la fig. 2.

En esta sección, la línea exterior representa el terreno primitivo ó sea el contorno de la gran erosión producida y que ha formado el valle; *A* es el banco de ripio ó pedregullo que constituye el subsuelo general del mismo, *C* el cauce del río, *D* la capa de terreno aluvial producida por los entarquinamientos del mismo, *E* la proveniente de las avenidas que bajan de la altiplanicie, *F* la falda compuesta de materiales gruesos, suministrados por la desagregación de las barrancas

y *S* el arroyo colocado en la intersección de los dos planos inclinados *E*, *D*, y del cual se hablará más adelante con mayor detención.

Pero las cosas no se han producido ni siguen produciéndose tan sencillamente como lo indica la sección normal. Por lo pronto, ni el río corre siempre por la faja central del valle, ni ha ocupado siempre el mismo lugar. Cuando el río corre al pié de una barranca, desaparece completamente la mitad de la sección anterior, la que se modifica tomando la forma indicada en el corte indicado en la fig. 3.

Cuando, después de haber corrido al pié de una barranca, el río se ha retirado de la misma, formando un nuevo banco ó playa, desaparecen entonces las partes *E* y *F* de un lado y



el arroyo *S* corre al pié mismo de la barranca como lo indica la fig. 4.

Y, cuando, después de haberse formado el valle según la sección normal, el río ha cambiado su curso acercándose más á un lado, corroyendo toda la parte *D* y parte de la *E*; desapareciendo también el arroyo *S*, el valle presenta una sola pendiente hacia el río, y las barrancas del cauce son mucho más altas que de ordinario.

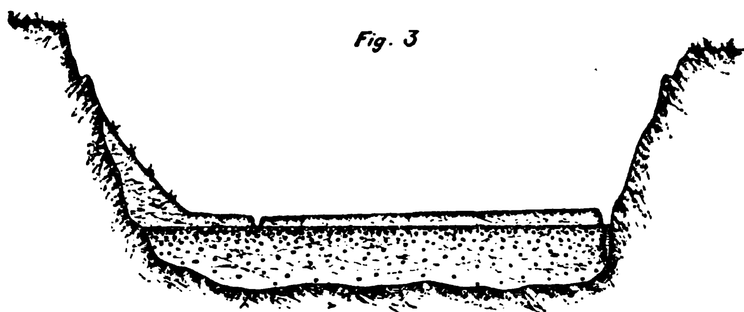
En este mismo caso se forma, del lado opuesto á la erosión, una nueva playa, más baja que la anterior, lo que da al perfil del valle la forma de dos planos inclinados en el mismo sentido, divididos por un pequeño salto ó barranca como se indica en la fig. 5.

Si lo anterior se ha verificado en forma de un arco de círculo y no en línea recta, la superficie del valle se modifica

entonces como se ve en la fig. 6; formándose un arroyo al costado de la orilla antigua abandonada, y un conoide de deyección en el vértice del lado excavado.

Éstas son las alteraciones más sencillas que se observan en la sección normal del valle; pero sus combinaciones se multiplican al infinito, suponiendo que un cierto número de las indicadas se haya producido sucesivamente en el mismo lugar. Sin embargo, es menester tener presente que las diferencias de nivel, ocasionadas en la superficie del valle por tales accidentes, exceden difícilmente de dos metros, de modo que no pueden tener una influencia muy perjudicial en el riego de planicies de un ancho de cinco á diez kilómetros.

Lagunas. — En sus vueltas vagabundas por el ancho valle, el río ha abandonado á veces por completo antiguos brazos de su



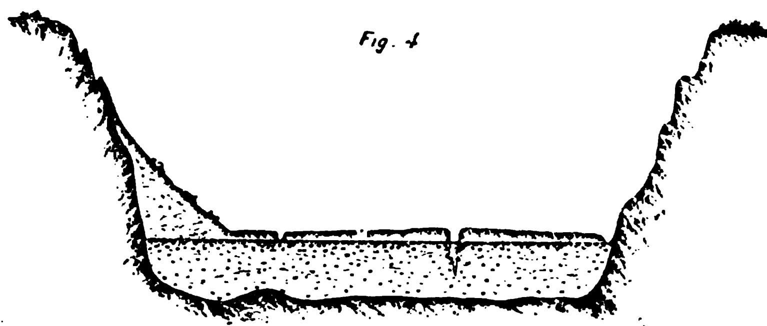
cauce, que, embancados en sus extremidades por los materiales del río mismo, se han transformado en lagunas. De éstas las hay diseminadas por doquier en el valle, abundando naturalmente más en la proximidad del río, aunque no falten á 5 ó 6 kilómetros de distancia del mismo. Las hay de todas formas, dimensiones y edades. Las muy antiguas, ya casi enteramente embancadas, se han reducido á una serie de pequeños pozos, separados por trozos en seco; las más recientes, tienen hasta algunos kilómetros de largo, su ancho pasa á veces de cien metros y su profundidad de agua alcanza hasta 9 ó 10 metros.

De otras, no queda más que una cuenca en forma de lago, á la cual sirve de apéndice un estrecho arroyito insignificante. Algunas hay, también, que están enteramente tapadas en las dos extremidades, proveniendo únicamente del subsuelo el agua que contienen (remanada); otras, comunican por am-

bos lados con el río, pero tan solo en tiempo de creciente y otras, en fin, conservan una comunicación contínua con él y de un solo lado. Esto se verifica cuando la laguna tiene una superficie muy extensa, de modo que, al bajar las aguas del río, se puede conservar en ella una corriente bastante poderosa, para mantener abierto el camino á través de los embanques que el río mismo deja en tiempo de bajante.

Estas lagunas, á pesar de interrumpir considerablemente la continuidad de los terrenos, raramente presentarán dificultades serias para el tránsito de las aguas de riego, y podrán ser, por el contrario, útilmente aprovechadas en beneficio del mismo y de sus desagües.

Rincones. — En el valle dán impropiamente el nombre de *rincón* á aquellas prominencias del terreno que resultan de

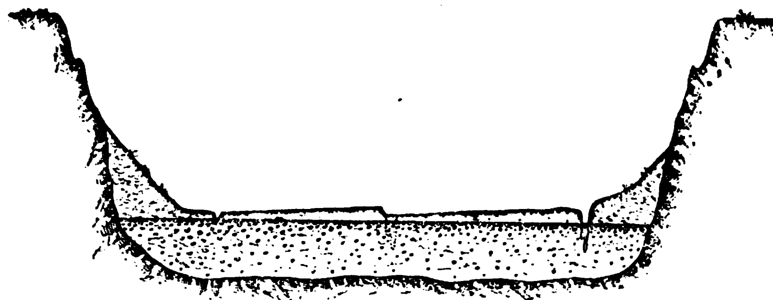


una gran vuelta ó curva del río. Se dice impropiamente, porque la palabra *rincón* expresa más bien la figura de una esquina ó ángulo diedro; mientras la forma que tienen tales rincones es la de una lengua, península ó convexidad, que sobresale de la dirección general del cauce. En todo el curso del río es difícil encontrar trozos de cauce rectilíneos de más de un kilómetro de largo, con excepción de los que hay en tres ó cuatro puntos. Sin que ello importe una figura retórica, puede decirse que su andar es el de una culebra, con una sucesión contínua de curvas y contracurvas, lo que es causa de que tales rincones se sucedan sin interrupción, tanto á uno como al otro lado del río. Se les puede contar por centenares, de todas dimensiones y formas: los hay cuya flecha varía entre 100 ó 200 metros, y 2 ó 3 kiló–

metros; unos tienen unas pocas hectáreas de superficie, otros, varios kilómetros cuadrados, tomando formas variadas, ora oblongas, ora achatadas.

La característica de estos rincones es tener un nivel más bajo que el general del valle, y estar, por consiguiente, muy expuestos á las inundaciones. Cuando un río sale de madre, en alguna vuelta, la parte de agua que desborda no sigue el curso curvilíneo del mismo, sinó que se dirije por el camino más corto, es decir, por la cuerda del arco, al través de los campos. Es ésta ley constante, reconocida, y la causa más poderosa de los mayores desastres en caso de inundación, pues, debido á la mayor pendiente, el agua ad-

Fig. 5



quiere allí una gran velocidad, destruyendo cuanto se opone á su paso (1)

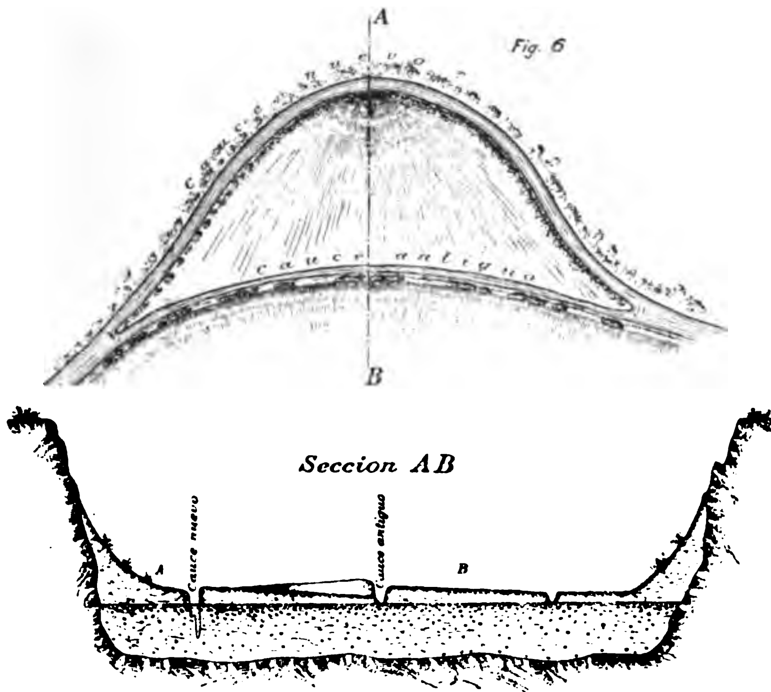
Teniendo en cuenta tal indicación, es fácil comprender lo que sucede en esos *rincones*, en cada inundación, y cómo queda su superficie al terminar ésta. Numerosas corrientes de agua los recorren trasversalmente en todas direcciones, excavando y destruyendo en una parte, embancando ó emparejando en otras, dejando como resultado final, un terreno muy feráz, pero sumamente desparejo y accidentado. Se han visto hasta cinco ó seis arroyos paralelos, á distancia no mayor de 40 á 50 metros uno de otro. Sin embargo, también en estas

(1) Así describe Horacio éste mismo fenómeno, que él presenció en sus tiempos en Roma, fenómeno que ha seguido repitiéndose despues durante las sucesivas inundaciones:

Vidimus flavum tiberim, retortis
litore etrusco violenter undis,
Ire, dejectum monumenta Regis
Templaque Vestae.

partes del valle, hay lindas y sobérbias zonas de tierra pareja' ciertamente las mejores del valle, las que por ser ya bastante altas no pueden ser muy perjudicadas por las inundaciones.

Salados y arroyos — En la descripción general del valle (§ 1º), se indicó cómo el río, descendiendo por él, choca sucesivamente á derecha é izquierda contra las dos barrancas que lo limitan, formando las llamadas estrechuras, y cómo, entre dos angosturas del mismo lado, se forman los valles parcia-



les, en que se subdivide el valle del río. Es regla general, con muy contadas excepciones, que, precisamente en el lugar donde, cesando la angostura, el río dá vuelta alejándose de la barranca y principia el valle subsiguiente ó inmediatamente inferior, se desprende del río mismo un arroyo, que penetra en este valle y lo recorre en toda su longitud, paralelo y próximo á las barrancas, volviendo luego al río, donde termina el valle y se forma la otra angostura.

Estos arroyos llevan agua tan solo en tiempo de creciente, pues cuando ésta baja, sus tomas se embancan con ripio ó arena en una cierta extensión que no excede de 300 ó 400 metros. Tienen un ancho que varía entre 10 y 50 metros, su forma es generalmente regular, y su profundidad de 1,50$^{m.}$ á 3,00$^{m.}$, es decir, hasta llegar á la capa de pedregullo subyacente, en la cual muy raramente penetran. Cuando son bastante hondos, tienen agua remanada en las épocas de bajante, estancada ó corriente, según los casos, y, por ser algo salobres, se los designa con el nombre de *salados*. Recorriendo el valle, se encuentra generalmente más de uno de estos arroyos, que lo recorren, pero los más cercanos al río son menos importantes y tienen un curso más breve; el verdadero *salado* es el que recorre el valle entero cerca de las barrancas. Es probable que tales salados queden en el punto *S* de la figura 1, que representa la sección normal del valle, por cuanto allí deben juntarse las aguas de lluvia y las desbordadas del río. Además de estos arroyos de carácter transitorio, existen, aunque poco numerosos, otros perennes, es decir que, en mayor ó menor cantidad, llevan agua durante todo el año. Una forma muy especial de estos se presenta en canales de 10 á 20 metros de ancho, poco profundos, de sección muy regular, que salen casi normalmente al río y vuelven á él, á muy poca distancia de la embocadura, después de haber dado una gran vuelta de varios kilómetros en forma de herradura, en el interior del valle. Estos canales tienen las orillas bien firmes, revestidas de grandes sauces y con la apariencia de cosa estable y duradera.

No podría darse otra explicación de formas tan singulares, sino suponiendo que sean el residuo de antiguos cauces del río, embancados y rellenados en parte, conservando abierta tan sólo la fracción del viejo cauce que corresponde á sus nuevas condiciones de equilibrio.

Todos estos arroyos, permanentes ó transitorios, han sido causa, en ciertos lugares, de nuevas deformaciones en la altimetría del valle, por cuanto desbordándose en épocas de crecientes, han podido producir embanques con pendientes hacia afuera y dar lugar á otras ondulaciones.

Islas—Son estas las joyas del río, siempre verdes, fres-

cas, coronadas de sauces. Con relación á su superficie, se encuentran mucho más pobladas y cultivadas que el resto del valle.

En cuanto á la constitución física de la tierra y modelación altimétrica, pueden asimilarse muy bien á los *rincones*, con la diferencia de ser más húmedas y más quebradas, porque las corrientes de agua las cruzan en todo sentido en las crecientes del río.

Diseminadas en grupos, á lo largo del río, se las encuentra por centenares, desde la más pequeña que sólo mide unas pocas hectáreas, hasta la enorme de Choele-Choel, cuya superficie es de 34.000 hectáreas.

Prescindiendo de esta isla de excepcional extensión, que puede considerarse como una parte del valle, la superficie total de todas las demás no debe bajar de unas 20 á 30 mil hectáreas.

El origen de estas islas se debe á varias causas. Unas descansan sobre afloramientos de terrenos primitivos que, por ser de mayor consistencia, han resistido á la acción de las aguas; esas son las seguras, las más altas, las más pobladas y cultivadas. Otras son, evidentemente, *rincones* violentamente aislados de la tierra firme porque el arroyo ó salado que antes las dividía temporariamente se ha profundizado, trasformándose en brazo perenne.

Un caso típico de esta formación, es la misma isla de Choele-Choel, cuyo brazo Sud no era anteriormente más que el conocido salado que acabamos de describir y á cuya forma tiende á volver actualmente, debido á los embancamientos progresivos que aumentan cada año. La creciente de Enero último ha creado varias islas nuevas de este modo, y subdividido otras como la de Choele-Choel chica, convertida ahora en cuatro islitas.

Otras islas deben su origen á los atascaderos, que se forman en el río debido á los corpulentos sauces, arrastrados por las crecientes, y abandonados por la misma en algún banco.

Detrás de estos obstáculos, el banco se levanta hasta emerger sobre las aguas, y entonces se puebla rápidamente de sauces, que promueven otros embanques en la parte supe-

rior y en sus alrededores, llegando así á constituir nuevas islas en pocos años, si otras crecientes no vuelven á destruirlas, como es el caso común.

Médanos. — Es esta la nota más triste de nuestro trabajo, resultante de la más penosa impresión que hemos recibido durante nuestro viaje.

Es inolvidable el espectáculo de esos blancos túmulos, sepultando campos y casas, y el triste recuerdo de los añosos sauces, medio ahogados en este mar de arena, cuyas ramas amarillentas, movidas por el viento, parecen querer luchar contra la muerte.

Es verdaderamente el caso de repetir con Virgilio, su frase tan llena de sentimiento: *Sunt lacrymæ rerum.*

En uno de los capítulos siguientes, se hablará más detalladamente de esta plaga, que amenaza causar la ruina del valle, y de las causas que la producen, limitándonos aquí á indicar las alteraciones que ha producido en su fisonomía exterior, tema del presente parágrafo. A los médanos se deben las más sensibles irregularidades que afectan la altimetría del valle, por cuanto su altura llega comunmente hasta los 8 ó 10 metros, y, en algunos lugares, alcanza hasta 12 ó 15. Forman lomas aisladas, cordones de centenares de metros de largo, manchas desparramadas, que miden desde pocas hectáreas hasta varios kilómetros cuadrados. En verdad, la superficie total cubierta actualmente por tales formaciones es muy limitada, y comparada con la extensión total del valle, puede considerarse como insignificante; pero el gran peligro consiste en que todos los años aumentan sensiblemente; y aún en el estado actual, pueden presentar serias dificultades, obligando, por ejemplo, á desviar la traza de un canal, ó impidiendo el riego de las zonas situadas detrás de los mismos.

Conclusiones. — En general, puede asegurarse que todo el valle del río es completamente llano y parejo en sus dos terceras partes, con pendiente general hacia aguas abajo un poco más fuerte que la del río mismo, á causa del mayor desarrollo de éste, y con pendientes transversales apenas perceptibles á veces, de las barrancas hacia el río y, otras, del río hacia las barrancas.

En la mayor parte de los casos, estas pendientes están



CASA INVADIDA POR LOS MÉDANOS EN CHOELE - CHOEL

combinadas con mucha variedad, constituyendo suaves ondulaciones, que más bien favorecen la distribución del riego.

Por razones inherentes al mismo procedimiento de formación del valle, esta planicie está interrumpida, unas veces, por pequeños saltos ó barrancas, generalmente inferiores á un metro, y que muy dificilmente alcanzan á dos. Como tales diferencias altimétricas afectan zonas de una gran extensión, será siempre poco costoso salvar las dificultades que puedan presentarse.

Los salados, arroyos y lagunas, que frecuentemente atraviesan el valle, dando lugar á zonas más bajas que el nivel general, no pueden dificultar en modo sensible la distribución del agua; mientras, por el contrario, podrán ser un auxilio eficacísimo, ya sea para el riego ó para sus desagües.

Las zonas de reciente formación, próximas al río, y especialmente las fracciones que sobresalen de su curso general en forma de lenguas ó penínsulas, llamadas comunmente *rincones*, se encuentran, como las islas, talmente quebradas por zanjones, arroyos, lagunas, erosiones y embanques, que, por lo general, será imposible emparejarlas, y solo podrán prestarse al riego mediante la mano paciente y la labor directa del colono.

Las más sensibles y perjudiciales alteraciones en la altimetría del valle las constituyen los médanos, cuya extensión es, afortunadamente, limitada todavía.

§ 4º Condiciones Agrícolas

Naturaleza de la capa cultivable — Salitre — Vegetación actual — Formación de los médanos Productos agrícolas.

Naturaleza de la capa cultivable. — Ya se indicó, en el parágrafo anterior, que la capa superior del valle debe su origen á dos causas distintas: los materiales de transporte de la altiplanicie y los aluviones del río. Se ha explicado también, como las primeras daban lugar á dos formaciones distintas: la de las faldas inclinadas, en que se transforman muy frecuentemente, en parte ó en totalidad, las barrancas, y la absolutamente llana, que se confunde con el valle. La primera está constituida por los materiales más pesados, pedregullo y arcilla, y cubierta generalmente de una capa de arena y tierra traspor-

tada y depositada allí por los vientos. Componen la segunda, materiales más finos y livianos: arena, arcilla, humus, detritus vegetales, etc., en delgadas capas superpuestas.

La capa de arena, que cubre la parte en faldeo, supera difícilmente los 20 ó 30 centímetros, y, como ese material está mezclado con mucha tierra y residuos vegetales, se conseguirá un terreno más suelto y laborable cuando el arado la mezcle con las capas inferiores, arcillosas y duras. La parte llana debe ser, por su composición, un terreno excelente para el cultivo, y el único defecto que puede tener en algunas zonas sería un exceso de arcilla.

Los terrenos formados por los aluviones del río, pueden también dividirse en dos clases: los de reciente y los de antigua formación; los primeros son los que forman casi todas las islas, los rincones y muchas partes de las costas del río. Navegando por éste, y donde las orillas del río se encuentran en desmoronamiento activo, es fácil reconocer la constitución de estas capas de formación reciente. Son una masa térrea, de color pardo oscuro, cuyo espesor varía de uno hasta tres metros, formada de arcilla, tierra vegetal y arena fina, á veces entreveradas entre sí, á veces separadas en estratos, y completamente rellena de residuos vegetales entre los cuales priman las ramas y hojas de sauce. Estos residuos se descomponen completamente dentro de un plazo de uno á dos años, dejando los correspondientes vacíos, lo que da á estas capas la apariencia y naturaleza de una esponja. De lo que antecede, es fácil estimar las condiciones excepcionalmente favorables para la vegetación, que presentan estos terrenos. El aire, que juega un rol tan importante en los fenómenos de la vida de las plantas, puede circular en ellas con toda libertad y renovarse incesantemente hasta en lo más profundo del suelo; las raices encuentran ya abierto el camino para desarrollarse en cualquier dirección y profundizarse en busca de alimento y humedad; los fenómenos de capilaridad se desarrollan con su máxima intensidad, gracias á esos mismos vacíos, que funcionan como caños de pequeño diámetro, lo que permite á la capa ácuea del subsuelo subir hasta un metro y medio, y aún dos, sobre su nivel; y, todo esto, en un medio riquísimo en materiales orgánicos y minerales de fácil asimilación, en

terreno blando y removido como no podría obtenerse con la más profunda aradura. Lo repetimos: son estos excelentes terrenos de cultivo y los mejores del valle.

Las capas del mismo origen, pero de antigua formación, difieren de las descriptas, en que las arcillas ténues traídas por las inundaciones sucesivas, al penetrar en el suelo, han rellenado completamente los vacíos dejados por la descomposición de los vegetales, dándole mayor proporción de arcilla y, con esto, mayor dureza, y menos permeabilidad y fuerza de absorción capilar. Así mismo, las substancias orgánicas se han descompuesto y mineralizado con el tiempo, resultando, con esto, en parte perdidas y, en parte, menos activas y asimilables.

Salitre — Las aguas del Río Negro son dulcísimas, verdaderamente exquisitas; y tal vez las mejores de las que, en grandes masas, existen en la República; pero las de los pozos excavados en el valle, las remanadas, las de las lagunas y arroyos, son más ó menos salobres. Este fenómeno, bastante extraño, puede tener por causas eficientes ó una lenta y continua descomposición de los materiales de aluvión del subsuelo, que suministra estas sales, ó una concentración de las aguas del mismo subsuelo, debida á la evaporación en la superficie del valle. Probablemente, influirán ambas causas. El grado de salobrez (dureza) de estas aguas es muy variable, según el lugar: apenas notable en unas partes, es muy sensible en otras.

Generalmente, cuanto más próximo se halle el río, tanto mejores son las aguas subterráneas; y, en algunos casos, como sucede en Roca, cerca de un pozo de agua salada se encuentra otro de agua muy potable.

Tales sales han invadido también la superficie de los terrenos, y son muchas y bastante extensas las zonas del valle que se ven cubiertas de pasto salado, retortuño, pichana y jume; lo que es un indicio cierto de terrenos invadidos por el salitre.

Los más extensos son los de pasto salado, siguiendo, luego, el retortuño, aunque en mucho menor cantidad, y, excepcionalmente, puede decirse, la pichana y el jume. Este último existe en grandes masas únicamente en los alrededores de Viedma y en el Departamento Roca.

Sólo en muy pocos y limitados lugares se notan blancas

eflorescencias salinas, no habiéndose observado nunca depósitos de salitre negro.

Como sucede siempre, las partes salitrosas son las más altas de las zonas poco elevadas; resultando libre de estas eflorescencias las muy bajas, por ser fácilmente invadidas y lavadas por las aguas, y, las muy altas, por cuanto no llega á su superficie la humedad del subsuelo; basta, muchas veces, un pequeño salto de 70 á 80 centímetros en la superficie del suelo, para determinar la existencia ó la desaparición del salitre. Puede decirse que los terrenos salitrosos se encuentran tan solo ó en los campos más altos, de formación reciente, ó en los más bajos, de formación antigua.

Por lo demás, se puede observar que, en la mayor parte de los casos, la cantidad de salitre no es muy considerable, y es frecuente encontrar el pasto salado entreverado con el trébol. En las provincias de Mendoza y San Juan, los terrenos de esta clase son considerados, salvo raras excepciones, como perfectamente cultivables, y, en efecto, bastan uno ó dos años de cultivo y riego para componerlos completamente, aunque existan eflorescencias salinas blancas.

Vegetación actual del valle—La vegetación expontánea del valle puede considerarse dividida en tres clases distintas y muy bien determinadas. La de pasto tierno, trébol, alfilerillo, gramináceas, etc., acompañados de sauces, chilcas y cortaderas; la de pasto duro y junquillo; y la de arbustos de sierra, como ser: jarilla, piquillín, zampa, algarrobillo ó alpataco, mata de sebo, chañar, etc. A éstas podemos agregar una cuarta, quizá la más extensa: la zona de los terrenos completamente desprovistos de toda vegetación.

Las islas, con excepción de la de Choele-Choel, que, como se dijo, puede por su magnitud, considerarse como parte del valle, los rincones, y gran parte de las costas del río, las márgenes de las lagunas y arroyos, es decir, todas las zonas más bajas, que, directa ó indirectamente, pueden aprovechar las aguas del río, pertenecen á la primera categoría. El pasto duro y junquillo cubren los terrenos altos intermedios, á cuya superficie alcanza, con dificultad, la humedad del subsuelo, y que pueden ser invadidos sólo por las mayores crecientes del río.

Los arbustos de sierra no vegetan sinó en los terrenos



SAUZALES CERCA DE CASTRE

muy altos, absolutamente secos, y casi exclusivamente en los que han sido formados por materiales provenientes de la altiplanicie. Basta una diferencia de un metro, y aún menos, para determinar un cambio inmediato y absoluto en la vegetación. Un caso típico puede constatarse en la márgen Sud, y precisamente en el valle que sucede al de la Colonia Frías. Este valle está dividido, paralelamente al río, en tres trozos perfectamente llanos y separados por dos pequeñas barrancas de 8 á 10 metros de ancho y de un metro de altura próximamente.

Á pesar de tan limitada diferencia en su altimetría, la vegetación de los tres trozos es absolutamente distinta; se encuentra pasto tierno en el primero, pasto duro en el segundo, y en el tercero se halla un espeso monte de sierra, verificándose siempre el cambio, en la estrecha faja de 8 á 10 metros, yá indicada.

Los terrenos, completamente desnudos de toda vegetación, ocupan invariablemente la zona intermedia de pasto duro.

En el sentido longitudinal del valle, es decir, procediendo según el curso del río, se pueden notar las diferencias que siguen: en la parte superior, como á unos 200 kms. aguas abajo de la confluencia, la vegetación de monte ocupa también la parte llana del valle; siendo escaso el pasto duro. Éste predomina en el centro del valle hasta «China Muerta»; retirándose el monte en las faldas de las barrancas, y dominando el pasto tierno en la última parte del valle, donde llega, en ciertos puntos, á ocupar todo su ancho, como sucede en San Javier.

El monte contiene las mismas especies características de los terrenos secos de la Cordillera. Abundan y se hallan por todo el valle, la jarrilla y el piquillín; en la parte superior, se agrega á éstos la zampa, el algarrobillo y la mata de sebo; los que, desde la mitad del valle, tienden á desaparecer, siendo substituidos por chañares raquíticos. Faltan absolutamente el algarrobo y el retamo.

Si debiera expresarse con números la proporción en que se dividen las vegetaciones expontáneas antes enumeradas, podría decirse que: sobre diez partes, tres son de monte, cinco de pasto duro ó sin vegetación, y dos de pasto tierno

y salado; y, si hubiera de indicarse su valor alimenticio ó la parte que puede ser aprovechada por la ganadería, el estimarla sólo en el 10 por ciento del total, sería exagerar más bien en más que en menos. Pues, considerado más en detalle el valor alimenticio de esta vegetación, se observa que las zonas de monte sólo ofrecen como alimento unas pocas matas de pasto y las hojas de la zampa y chañar: el pasto duro es comido por los animales únicamente cuando es muy verde y cuando tiene semillas; en los terrenos de pasto tierno, con excepción de muy pocos potreros alambrados, han desaparecido casi completamente el trébol, el alfilerillo y las gramináceas, que han sido sustituidos por varias otras especies (pasto salado, cepa-caballo y abrojo), despreciadas por el ganado.

Hemos oido afirmar á muchos estancieros, que el mayor perjuicio causado por la creciente del verano pasado ha sido el desarrollo intenso de estas dos últimas plantas, ruinosas para la industria pastoril, desarrollo que ha sido provocado por la semilla, que ha quedado por doquier han alcanzado sus aguas.

Antes de abandonar este tema, conviene decir algo sobre el sauce, este espléndido y único ornamento decorativo del valle. Como es sabido, el sauce que puebla los ríos de la Patagonia es muy distinto del sauce común ó llorón *(Salix babylónica)*, y forma una especie separada que, salvo error, ha sido clasificada por Darwin con el nombre de *Sauce Patagónico* y es comunmente conocido con el nombre de «Colorado». Sus ramas son derechas, de un verde subido; mucho más alto que el llorón, vegeta expontáneamente y vive tan sólo en las orillas de los ríos, de las lagunas y arroyos, siendo las islas su asiento predilecto. Es el único árbol que crece naturalmente en el valle; para que sus semillas puedan brotar se requiere un terreno muy húmedo, pero, cuando ha echado raices, puede vivir á 3 y 4 metros sobre el nivel de las aguas. Por lo demás, es de una fecundidad prodigiosa. Basta que el río deje descubierta una playa durante algunos días, para que ésta se cubra inmediatamente de un sinnúmero de saucecitos que dan al suelo el aspecto de un almácigo; y es verdaderamente encantador el espectáculo que presenta una playa en formación, donde se divisan las generaciones

sucesivas en degradación continua de altura, y de un matíz verde, cada vez más claro. Estos sauces no viven sino cerca de los cursos de agua, á los que bordean invariablemente en fajas de 6 á 8 metros de ancho, y, en el gran valle desierto, sus líneas, de un verde intenso, indican con certeza el curso de un arroyo ó las vueltas de una laguna. Rara vez se hallan agrupados formando bosques. Son de un crecimiento rapidísimo, y como á los 30 ó 40 años su tronco llega á tener 1.50 de diámetro, alcanzando hasta 20 metros de altura, adquiriendo, entonces, el aspecto de robles seculares. Su madera, excelente para el fuego, tiene poca aplicación en las construcciones por ser de fácil putrefacción y rajadiza; sin embargo, es un precioso auxiliar para instalaciones provisorias. Defiende bastante bien contra la acción corrosiva de las aguas, donde éstas no tengan profundidades superiores á tres metros; y la presencia de estos árboles añosos en las orillas de los ríos, es el indicio más seguro de la solidez de las mismas. A pesar de esto, el río mismo, en sus crecientes, hace un verdadero exterminio de estas sus criaturas. Donde quiera que el valle haya sido alcanzado por ellas se encuentran amontonados á centenares sus troncos y ramas secas.

Terrenos pelados y medanales. — Hemos mencionado esas extensas zonas del valle, desprovistas de toda vegetación. La Comisión se propuso indagar, especialmente, las causas de un fenómeno tan singular, consiguiendo las noticias y datos que van á continuación:

Aseguran los más antiguos pobladores del valle, que el pasto tierno lo cubría casi completamente, no hace aun muchos años, y que se trasformó en pasto duro, en gran parte, durante una época de sequía cuya mayor intensidad se sintió en los años 1891–93.

La ruina fué completada por la cantidad excesiva de ganado, especialmente lanar, con que se recargaron esos campos. Los hambrientos animales removieron el terreno para devorar hasta las raices, aflojando así la primera y delgada capa de tierra vegetal, y los vientos concluyeron la obra, llevando la tierra removida, y dejando una superficie pelada, dura y lisa como si hubiera sido acepillada.

Es muy difícil que los campos, reducidos á tal estado,

puedan cubrirse nuevamente de vegetación: faltan semillas. y las que hay no tienen donde detenerse para germinar y arraigarse, porque encuentran un terreno liso y duro, continuamente barrido por los vientos. En la obra: *Restauration de Montagnes - Correction des torrents - Reboisement,* por E, Thiery. pág. 56 y 57, se lee lo que sigue: «La destruction des pâturages est venue ajouter ses désastreux éffects á ceux provenante de la suppréssion des forêts. Depuis un temps immémorable, les communes des Alpes afferment leurs montagnes aux bergers de la Provence, qui amènent au printemps des troupeaux de moutons dont l'importance est en désaccord avec les maigres tèrrains qui doivent les nourrir. Les troupeaux, qu'on désigne dans le païs sous le nom de transhumants, dévorent l'herbe jusqu' á la racine, foulent et écrasent les jeunes arbres, piétinent le sol qui, soulevé par des milliers de sabots étroits et pointús, est bientôt entroiné par les eaux». Sustituyendo, en climas secos, á la acción de las aguas la de los vientos, se tendrá el mismo fenómeno de la desaparición de la vegetación, y pérdida de la primera capa terrosa.

Cualquiera que haya sido la causa, el hecho es que actualmente se pueden contar por centenares los kilómetros cuadrados de campos privados absolutamente de toda vegetación, campos formados por una tierra más bien arcillosa, dura y cuya superficie, de color gris. aparece cubierta con un cutis lustroso. Se le encuentra por todas partes, pero con más abundancia en la márgen Sud, desde Choele-Choel hasta las colonias de Conesa y Frías.

Por desgracia, no se limitan á esto los perjuicios ocasionados por tal estado de cosas. Cuando los fuertes vientos, que recorren periódicamente el valle, azotan la superficie de estas landas, desprovistas de capa vegetal que las defienda, y piso teadas sin cesar por millares de pesuñas, se levantan verdaderas nubes de tierra y arena que, llevadas por los mismos vientos van á detenerse en otros sitios más abrigados del valle, formando así médanos y creando eriales que cubren cada año centenares de hectáreas, irremisiblemente perdidas, pues están condenadas á una esterilidad eterna.

Los médanos aparecen más numerosos en la márgen Sud que en la del Norte; predominando en la primera, desde Choele-



QUINTA BELISLE: PERA DE 10 AÑOS

Choel á Viedma, y siendo más abundantes en los campos de Chañares Altos, y en la Colonia Frías.

Son muy conocidos bajo este respecto los campos del Sr. Crespo, en Viedma, que, considerados antes como de los mejores del valle, están perdidos en la actualidad por esa causa. La parte del valle más perjudicada por los médanos en la márgen Norte, es probablemente la denominada de Negro Muerto, sin que esto quiera decir que no existen bastantes médanos en otros valles también.

Como ya se indicó en otra parte, se encuentran en forma de lomas aisladas, que tienen hasta 15 metros de altura, en cordones de 8 á 10 metros también de alto, ó en manchas que ocupan algunas veces hasta varios kilómetros cuadrados. En estas condiciones, se encuentran unidas á grandes extensiones de terrenos guadalosos, cuyo espesor varía desde 40 á 50 cents. hasta dos metros, Las lomas altas, aisladas, son muy frecuentes en las orillas mismas del río, formadas probablemente en los remansos que se producen en las corrientes aéreas, al chocar contra sus barrancas.

§ 5º Agricultura actual

Riego, canales y colonias — Producción agrícola

Riego, canales y colonias — Han sido muy limitadas las obras ó tentativas hechas para regar el valle. Se han terminado solo dos canales, uno en el Departamento de Fuerte Roca, todavía existente, y, el otro, llamado de los Sanjuaninos, en el valle superior á Pringles, abandonado después de cuatro años de poblado. Otras dos pequeñas zanjas fueron principiadas, pero no concluidas. Actualmente, el riego está representado únicamente por el canal Roca y unas pocas norias movidas con motor á sangre, dos de las cuales pertenecen á los P. Salesianos y dos al Sr. Coronel Belisle.

Del canal Roca se tratará más detalladamente en un capítulo especial, limitándonos á indicar aquí que, construido por el Gobierno de la Nación, hace quince años proximamente, riega actualmente unas 1200 hectáreas, pero de un modo muy deficiente, á causa de su escasa capacidad y de los embanques que se producen en su toma. Se encuentra ahora en plena decadencia, habiéndose abandonado el cultivo de varias chacras,

á pesar de los constantes sacrificios hechos por el Gobierno para sostenerlas, y de los altísimos precios en que se han vendido á las fuerzas militares de esa zona los productos en ella cosechados.

El canal llamado de «Los Sanjuaninos» fué construído por iniciativa privada de los Sres. Aguirre y Murga en el año 1880, quienes fundaron una colonia con 35 ó 40 familias traídas de San Juan. Ningún ingeniero ó agrimensor dirigió el trabajo; parece que los colonos fueron más bien hombres de campo, que verdaderos agricultores. Se hicieron las boca-tomas como á un kilómetro aguas abajo de la angostura que precede á la de Pringles, es decir, 37 kilómetros aguas arriba de esta villa; abriéndose un canal casi normal á la dirección del río, en teterreno alto y con márgenes bastante firmes. Por medio de una serie de canales se llevó el agua, de laguna á laguna, aprovechando de la extensión de estas por razones de economía, hasta llegar al mismo Pringles, en cuyos alrededores existen aun las señales de las antiguas acequias. Según parece, el cultivo se inició en pésimas condiciones, porque no estando regularizado de ninguna manera el acceso del agua del río, éste rompía algunas veces los bordes de los canales y acequias, inundando los campos, mientras que otras se quedaban en seco. Para subsanar este último inconveniente se trató de atajar al río con bolsas rellenas de cantos rodados, piés de gallo y estacadas de sauce, pero sin resultado, pues la fuerte corriente se lo llevaba todo. En 1884, es decir, después de luchar cuatro años estérilmente, los colonos se dispersaron, influyendo en este resultado los acontecimientos políticos de ese año y la quiebra de los iniciadores de la colonia. Actualmente, la boca del canal tiene un ancho de 20 á 25 metros, y está en seco cuando el río está bajo, pero en las épocas de crecientes, recibe una abundante masa de agua, que por las zanjas ya abiertas y por otras, que la misma produce, se desparrama sobre grandes extensiones del valle, causando perjuicios considerables. Parte de esta misma agua pasa arriba de la Villa Pringles, muy cerca de la barranca, por un arroyo ó salado, y cae en el valle subsiguiente de China-Muerta.

Además de los canales indicados, se inició en el valle la construcción de dos ó tres acequias, pero ellas fueron abandonadas antes de terminadas.

El mismo Gobierno intentó formar otras colonias, en Conesa y en Frías, pero sin construir en ellas ningún canal de riego. No se sabe qué criterio haya guiado la formación de estos centros, pues en estas regiones no se puede ni pensar en producción agrícola sin riego; y esto, con tanta mayor razón cuanto que en la Colonia Conesa hay varias chacras ubicadas sobre la barranca, á 40 metros á lo menos de altitud sobre el río. Sin embargo, es muy probable que, en la época en que se fundaron estas colonias, los terrenos estuvieron en mucho mejores condiciones que ahora, pues se ven aún rastros de cultivos y viviendas, donde actualmente existe un desierto absoluto.

La Colonia Conesa existe aún, pero viviendo una vida anémica, con la mayor parte de sus chacras abandonadas, quedando tan sólo unas pocas familias en ella, la mayor parte indígenas, en los bajos del río, donde llega la humedad del subsuelo.

La misma villa de Conesa está en decadencia, á pesar del movimiento comercial que desde hace poco tiempo se ha iniciado con los territorios del Sud. La colonia Frías se halla completamente abandonada. Veinte ó treinta viviendas abandonadas, formadas de una sola habitación, en medio de un desierto completo, lleno de médanos y arenales, sin rastros de divisiones de las chacras, es todo lo que queda de ella.

Producción agrícola. — La actual producción agrícola del valle es insignificante é insuficiente aún para la escasísima población que vive en él. Para la construcción del ferrocarril al Neuquén, han debido llevarse del centro de la Provincia de Buenos Aires, pasto seco, maíz, harina y hasta animales para carnear; los mismos precios actuales de esos productos, ponen en evidencia la falta de producción. Antes que llegara el F. C., se havendido en Roca el pasto seco hasta 120 pesos la tonelada; y, hoy mismo, se vende en Viedma á 50 y 60 pesos; el maíz vale de 9 á 10 pesos el quintal; y en la villa de Choele-Choel nos hemos visto obligados á pagar 3 pesos diarios por la manutención de un caballo. La mayor parte de los chacareros de Roca no comen pan, y, si lo hay, éste es de harina importada.

El único producto, que se encuentra un poco más cultivado, es la alfalfa, por las necesidades imprescindibles de las estancias. Pero, si se exceptúa la Colonia Roca y las islas próximas á Viedma, todos los alfalfares del valle no alcanzarán á 500 hectáreas.

Ya se dijo, en el parágrafo anterior, que el único riego que se efectúa en el valle es el que provee el canal Roca y algunas norias para huertas y jardines. Todo el cultivo restante se efectúa en los terrenos bajos de las islas y *rincones*, aprovechando la humedad natural del subsuelo. La superficie de las zonas de tierra, susceptibles de ser aprovechadas por ese medio, es muy extensa, y en todo el valle pasa ciertamente de cien mil hectáreas. Sin embargo, la producción agrícola no solamente no se extiende, sino que ha venido disminuyendo considerablemente durante estos últimos años. Hemos creido deber indagar las causas de este fenómeno económico tan poco comprensible á primera vista, por cuanto podía dar la llave del problema que se quiere resolver, y vamos á exponer, brevemente, el resultado de esas investigaciones.

Ante todo, hemos podido constatar que este estado de cosas no puede atribuirse á falta de potencia productiva del suelo. Los terrenos son inmejorables, sumamente feraces, lo que no podría ser de otro modo dada su formación. Donde se cultiva contando únicamente con la humedad del subsuelo, sin que intervenga otra causa que perjudique ó destruya el cultivo, los promedios generales del rendimiento son: para el trigo, de 35 á 40 semillas por una; para la cebada de 40 á 50; y para el maiz de 60 á 70.

Hemos podido constatar la veracidad del siguiente caso concreto ocurrido hace poco en Pringles: un comerciante vendió 130 kilógramos de semilla de maiz y compró después la cosecha resultante, que alcanzó á veinte toneladas.

De la alfalfa no se tienen cifras, porque difícilmente se tiene cuenta de su peso; sin embargo, puede asegurarse que los alfalfares no son allí inferiores á los mejores de la República, dando sus cuatro cortes por año.

Tampoco puede atribuirse á mala calidad de los productos, el fenómeno que nos ocupa, por cuanto es sabido que los tri-



QUINTA BELISLE: ROBLES DE 10 AÑOS

gos del Río Negro son los mejores del país; una pequeña muestra enviada de Conesa obtuvo el primer premio en la Exposición Industrial celebrada este año en Buenos Aires; y la cebada del Río Negro es la única de la República que se preste á la fabricación de la cerveza. El vino que se fabrica en la extremidad inferior del valle no es, por cierto, bueno, pero debe considerarse que, para asegurar la cosecha, se plantan las cepas en los bañados, de lo cual resulta que el fruto sea áspero y desabrido.

En cuanto á otras clases de árboles frutales, basta visitar la finca del Sr. Coronel Belisle, en Chimpay, para formarse una idea del alto grado de producción del suelo, bajo este punto de vista. Esta finca tiene unas 12 hectáreas de superficie, está regada con el agua levantada de una laguna por dos norias, completamente cercada y subdividida interiormente por altas alamedas de doble hilera que la defienden de los vientos. Allí se cultiva, con resultado insuperable, toda clase de hortaliza y árboles frutales: las peras, manzanas, duraznos, higos, ciruelas, cerezas, aceitunas, etc., que se producen, son una verdadera maravilla, por el tamaño, abundancia y sabor de la fruta cosechada.

Hemos visto desaparecer las hojas, cubiertas por las frutas, no habiendo rama que no estuviese sostenida por uno ó más horcones, para impedir que se quebrara bajo el peso de aquellas. Los que más llamaron nuestra atención, fueron unos ejemplares de olivos, robles y encinas de nueve años de edad, espléndidamente desarrollados y cargados de fruta como no hemos visto en otras partes de la República. Los álamos de 12 á 13 años tienen 1,^{m}15 de circunferencia á 1,^{m}50 del suelo.

Todo esto demuestra que el clima y el suelo se prestan allí mejor que en otras partes al cultivo de estos árboles preciosos. En la finca del Sr. Kinkaid, cerca de Pringles, hemos visto eucaliptos de 20 años, cuya circunferencia es de 2,^{m}60, siempre á la misma altura del suelo. Según la opinión unánime de los más antiguos vecinos de la localidad, entre los cuales recordamos varios extrangeros, de nacionalidad inglesa, las causas principales que han influido en la decadencia del cultivo, han sido: la inseguridad de las cosechas, la falta de

mercado y lo caro de la mano de obra. Siendo la lluvia que cae en el valle absolutamente insuficiente para la vegetación y muy eventual, especialmente en sus partes superior y media, los cultivos no pueden contar, como ya se ha dicho, con más humedad que la que proviene, por capilaridad, de las capas inferiores en comunicación con el río, á través del banco de pedregullo descripto. Es una especie de irrigación de abajo para arriba, que tendría sus ventajas, si pudiera efectuarse con regularidad, uniformemente y en las épocas requeridas. Pero, desgraciadamente, no sucede así. No todos los años el río sube á la misma altura, ni crece en las mismas épocas, y, además, el mismo fenómeno de absorción por capilaridad no se efectúa en igual proporción á través de todas las capas térreas.

Si estas son arcillosas aquella es menos sensible, alcanzando su máximum si se trata de verdadera tierra vegetal, llena de vacíos producidos por la descomposición de los vegetales. Muchas veces, basta la interposición de una capa delgada de arcilla compacta, ó de pedregullo con poca arena, para que se interrumpa inmediatamente el fenómeno de absorción. Todo esto se puede observar muy fácilmente en las márgenes del río, donde en ciertos casos se ve subir la humedad hasta los tres metros, mientras que en otras partes no llega á los cincuenta centímetros.

Se comprende fácilmente cual es, en estas condiciones, la importancia de los riesgos de un cultivo basado esencialmente sobre esta humedad del subsuelo. Es una eterna lotería, que el agricultor se ve obligado á jugar cada año: si siembra terrenos altos y el río se mantiene bajo, pierde parte de la cosecha por falta de humedad; si siembra terrenos bajos y el río sube un poco más de lo ordinario, entonces sus sementeras pueden ser inundadas, directa ó indirectamente, por efecto del agua de remanse. Peor es, si se producen verdaderas crecientes, pues entonces se agregan los daños de los embanques ó de las corrosiones; resultando un desastre completo si las inundaciones ocurren en verano, por cuanto, sementeras, alfalfares y árboles frutales todo perece hasta las raíces. Precisamente, la creciente que tuvo lugar á fines de Diciembre último, causó una verdadera hecatombe de duraznos,

parras y potreros, y hemos podido, en esa ocasión. constatar la profunda desmoralización de los escasos agricultores dedicados al cultivo en este valle.

Otra causa que ha dificultado el desarrollo del cultivo ha sido, sin duda, la falta de mercado, ó, lo que es lo mismo, de vías fáciles de comunicación. Recién ahora está concluido el F. C. al Neuquén, que recorre 230 kilómetros, es decir, casi la mitad del valle: por lo que se refiere á otras facilidades de transporte, sólo puede citarse los dos vaporcitos de la Armada que el Gobierno ha destinado, hace pocos años, á la navegación del Río Negro; los que hacen también el servicio de transporte, pero en modo bastante eventual. En prueba de lo dicho, á propósito de este grave inconveniente, se cita el caso de dos pequeñas colonias, una italiana, alemana la otra, las cuales tuvieron que disolverse por no tener á quien vender sus productos. Si en la última parte del río se cultiva algo más, es únicamente para abastecer á Viedma y Patagones, que progresan un poco gracias al aumento del comercio y población, que va acentuándose en los territorios del Sud. También lo caro de la mano de obra tiene su influencia. Todos los artículos más comunes y necesarios á la vida, menos la carne, tienen tan alto precio en el valle, que, los buenos trabajadores, para poder vivir allí, necesitan jornales mucho más altos que en otras partes de la República.

Á estas causas directas, se deben agregar otras indirectas no menos importantes, que son:

a) La exagerada extensión de las propiedades, que no permite á sus poseedores, no siempre ricos, invertir las grandes sumas que fuera menester para poblar y cultivar aunque fuese una parte mínima de ellas. El alambrar los fundos, lo que por sí solo representaría ya un gran progreso, importa actualmente un gasto igual al valor de los fundos mismos.

b) El sistema casi general de arrendamientos, que no permite, á los que viven y trabajan accidentalmente en esas propiedades, hacer gastos por mejoras en ellas.

c) Por último, la misma clase de peones, que constituyen la gran mayoría de la población y que son indígenas, ex-soldados ó criadores de ovejas, todos ellos poco aficionados, en general, á los trabajos agrícolas.

§ 6º Planimetría y altimetría del valle

Planimetría—En la lámina Nº 1 están representadas las proyecciones horizontales de los valles, es decir, de la parte que puede considerarse llana en el sentido transversal. Esta parte se ha señalado con tinta verde más cargada, para indicar que representa la zona de más fácil y directa irrigación; y es limitada con una lista color siena que indica las altas barrancas que la comprenden. Este plano, reducción de otro en escala cuatro veces mayor. ha sido dibujado según datos que debemos á la buena voluntad de la Oficina de Tierras y Colonias; provenientes, á su vez, de las mensuras de tierras fiscales efectuadas por distintos agrimensores.

Como es sabido, los lotes están divididos con frente al río; y, en consecuencia, con las divisiones en sentido normal á la dirección general del valle; lo que ha permitido á los operadores señalar, en los planos de sus mensuras, los puntos en que termina el valle y empiezan las barrancas, así como los en que cesa la barranca misma y empieza la altiplanicie; es decir, la proyección horizontal de las dos líneas que forman el pie y la arista de las barrancas. Si esas líneas fueran, en todos los casos, netamente demarcadas sobre el terreno, no hay duda que su representación gráfica resultaría exacta y podría suministrar datos precisos en cada punto, respecto de la anchura del valle y del principio y término de las barrancas. Pero, como hemos visto en su oportunidad, en la mayor parte de los casos el talud de la barranca se transforma en una falda de suave inclinación, y la cresta superior de los mismos se redondea formando una serie de pequeñas lomas; y se comprende como, en tales circunstancias, ha podido resultar defectuosa ó errónea la demarcación de estos dos puntos; y, especialmente, si se considera que no era misión, ni interesaba á los agrimensores, fijarse mucho en estas particularidades. Estas faltas han sido corregidas, en el plano que se presenta, en todos aquellos puntos donde resultó posible reconocerlas á simple vista; pues, para corregirlas en su totalidad no habría otro medio que confeccionar un plano especial. Sin embargo, el que se presenta satisface á las necesidades del momento, por cuanto los errores que



PATAGONES VISTO DESDE VIEDMA

puede conservar, no son tales que puedan modificar sensiblemente las conclusiones generales que se deduzcan.

Por lo que respecta á las distintas anchuras que presenta el valle, éste puede considerarse dividido en las ocho secciones siguientes:

1ª Sección: — Longitud, 65 kms. Principia en la confluencia, y termina 35 kms. después de la villa Roca. Conserva un ancho, casi constante, de 10 kms.

2ª Sección: — Longitud, 110 kms. Principia en el extremo inferior de la sección anterior, y termina poco antes de la estancia Belisle, ó sea 12 kms. aguas arriba de la isla Choele-Choel.

En ésta, el valle se estrecha, hasta tener un ancho de 8 á 6 kms.

3ª Sección — Longitud, 50 kms. Del término de la sección anterior hasta el extremo de la isla de Choele-Choel. El valle se ensancha de nuevo, y tiene de 15 á 18 kms.

4ª Sección — Longitud, 35 kms. Desde el término de la isla de Choele-Choel hasta la angostura de Negro Muerto.

El valle se cierra, gradualmente, de 11 á 6 kms., reduciéndose á 3 ½ kms. en la estrechura misma.

5ª Sección — Longitud, 70 kms. Desde la estrechura indicada hasta 3 kms. más allá del Rincón del Palo. Comprende esta sección el gran valle del Río Muerto, de anchura variable entre 12 y 20 kms.

6ª Sección — Longitud, 52 kms. Desde el Rincón del Palo hasta el término de la Colonia Frías, donde el río cambia bruscamente su curso yendo, en ángulo recto, de la barranca Norte hacia la Sud, y en que el valle se estrecha conservando casi constantemente un ancho de 7 kms.

7ª Sección — Longitud, 60 kms. Desde el término de la Colonia Frías hasta la estancia de China Muerta. Comprende el importante territorio de Pringles. El valle vuelve á ensancharse de 7 á 12 kms., exceptuando la gran Abra ó laguna frente á China Muerta, donde alcanza á 18 kms.

8ª Sección — Longitud, 75 kms. De la estancia China Muerta al Océano. Su ancho varía entre 8 y 12 kms.

Tenemos así un largo total de 527 kms. con anchuras que oscilan entre los extremos de 3 ½ y 20 kms., conservándose

en su mayor extensión entre 8 y 12 kms. Efectuando con el planímetro la medición de la superficie total del valle, resulta un área de 5.500 kms. cuadrados, á la que corresponde un ancho medio, por todo el largo del valle, de 10,5 kms.

Altimetría general del valle—Ya se habló, en uno de los capítulos anteriores, de la altimetría del valle, en su sentido transversal; nos falta ahora ocuparnos de su perfil longitudinal.

Por causa de las grandes y numerosas vueltas que se suceden unas á otras en el curso del río, el desarrollo de su eje presentará una longitud bastante superior á la del valle, aunque no en igual proporción en toda su extensión, por cuanto existen, de un punto á otro, diferencias muy notables, en cuanto al número y amplitud de dichas vueltas.

Para tener en cuenta esas diferencias, se han levantado dos perfiles distintos: uno sobre el eje del río, siguiendo su desarrollo; y el otro sobre el eje del valle, en su dirección general.

Para establecer el primero, se han usado dos métodos: uno gráfico, utilizando para el caso diez puntos, de los cuales cinco dados por el F. C. al Neuquén y cinco por nuestras observaciones barométricas, además del punto cero, representado por el nivel del mar; analítico el otro, aplicando la fórmula $y = p x^n$, en la cual las dos constantes p y n han sido determinadas por los dos puntos más seguros que teníamos: Roca y Conesa. (*)

En la lámina IV, la curva contínua es la obtenida con las

(*) Nota—Los parámetros p y n se determinan por medio de las fórmulas:

$$n = \frac{\log \frac{h_1}{h_2}}{\log \frac{L_1}{L_2}} \quad . \quad p = \frac{h_2}{L_2^{\,n}} \; ,$$

en las cuales $h_1 = 229^m$ y $h_2 = 55^m$ son las alturas respectivas del rio en Roca y Conesa, sobre el mar tomado como punto de origen; $L_1 = 59{,}2$ y $L_2 = 23$ las distancias correspondientes del mismo punto en miriámetros.

Sustituyendo estos valores en las fórmulas precedentes

$$n = \frac{\log \frac{229}{55}}{\log \frac{59.2}{23}} = 1.5 \quad , \quad p = \frac{55}{23^{1.5}} = 0{,}5 \; ;$$

Luego, el perfil del Río Negro tiene por ecuación:

$$y = 0.5\ x^{1.5}$$

que representa, una parábola semicúbica.

observaciones directas, y la punteada la obtenida con la ecuación $y = 0{,}5\,x^{1.5}$. Se observará como éstas se siguen bastante próximas.

De la primera se deduce que la altura del río, en la confluencia, es de m. 260 sobre el mar, y que, del mar á la confluencia, las pendientes del río, por trozos de 50 kms. cada uno, varían como sigue:

PERFIL LONGITUDINAL DEL EJE DEL RÍO

Distancia del mar en kms.	Altura sobre el mar en metros	Pendiente por km.
0.00	0	
		0.16
50.00	8.00	
		0.21
100.00	18.30	
		0.25
150.00	31.00	
		0.29
200.00	45.60	
		0.33
250.00	62.00	
		0.37
300.00	80.50	
		0.41
350.00	100.80	
		0.45
400.00	123.10	
		0.49
450.00	146.90	
		0.53
500.00	173.60	
		0.58
550.00	202.50	
		0.65
600.00	235.30	
		0:67
637.00	260.08	

El desarrollo del río mide, aproximadamente, 637 kilómetros, es decir, 110 kms. más que el del valle. El aumento correspondiente es del 20 %; el que debe, sin embargo, considerarse inferior al efectivo, por cuanto no todas las curvas del

río pueden haber sido indicadas en un plano á la escala de 1: 400.000, del que se ha deducido el perfil desarrollado.

Alineados los puntos más importantes del valle según las respectivas distancias medidas sobre el eje del mismo, y transferidas en esos puntos las ordenadas correspondientes sacadas del perfil del río, se obtiene el otro perfil del eje del valle, como aparece en la misma lámina N° IV.

Por las razones señaladas anteriormente, este perfil no presenta la misma regularidad del otro, y aparece más bien bajo el aspecto de líneas quebradas. Las pendientes que resultan para las diferentes partes del valle son las siguientes:

PERFIL LONGITUDINAL DEL VALLE

LUGARES	Distancias del mar en kms.	Ordenadas sobre el mar en metros	Pendientes por km.
Mar	0·00	4.00	
			0.16
Viedma	32.00	9.00	
			0.23
China Muerta	80.00	19.90	
			0.30
Pringles	102.00	26.50	
			0.45
Conesa	174.00	59.00	
			0.38
Negro Muerto	265.00	94.10	
			0.52
Choele-Choel	322.00	123.80	
			0.62
Chelforó	400.00	172.50	
			0.69
Roca	488.00	233.00	
			0.73
Confluencia	527.00	261.45	

Se verá, en su oportunidad, la alta importancia de estas cifras en la economía de la irrigación del valle.

§ 6° — DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS PARTES EN QUE PUEDE CONSIDERARSE DIVIDIDO EL VALLE DEL RÍO.

Como se manifestó en el primer parágrafo, el río no corre constantemente en medio del valle, ni recostado siempre á uno de sus lados.



VISTA DE LA VILLA DE CHOELE - CHOEL

Chocando más bien, alternativamente, contra las dos barrancas, en puntos que se llaman angosturas, forma una sucesión de valles parciales comprendidos entre dos angosturas de un mismo lado.

En la lámina IV están representadas, con números y tintas diversas, las distintas partes en que puede entenderse subdividido el valle entero, en sus orillas Norte y Sud, prosiguiendo del mar hacia la confluencia (*)

Orilla Norte — La orilla de la margen izquierda constituye, por su extensión, calidad de sus tierras, población y vías de comunicación, la parte más importante del valle; pudiendo subdividirse en las once partes siguientes:

I. – Desde el mar hasta donde concluye la primera angostura de este lado. Longitud, 56 kilómetros. El río corre constantemente recostado á la barranca Norte, dejando tan solo pequeños rincones al pié de la barranca misma, ó islitas bajas por lo general, pero fértiles. En esta orilla está situada la villa de Patagones. Su área aproximada es de 3000 hectáreas, siendo desparejos los terrenos que la forman.

II. – Desde el término de la anterior, hasta la estancia de China-Muerta. Longitud, 22 kms. En los últimos 14 kms., el río se separa de la barranca dejando un valle del ancho medio de 2 ½ kms., de buenos terrenos, pero en gran parte accidentados por arroyos y lagunas. En los últimos 8 kms. el río vuelve á recostarse á la barranca; pero dejando una estrecha lonja de terreno al pié de la misma, salvo en dos puntos en los cuales desaparece también ésta. Su superficie puede valuarse en 4.000 hectáreas, de las cuales la mitad se halla ocupada por rincones y terrenos desparejos.

III. – Desde la estancia de China-Muerta á Pringles. Longitud, 20 kms.

Se abre en esta parte un extenso valle que empieza en Pringles mismo, con una estrechura de 500 metros, ensanchándose después en forma de trapecio, para adquirir, á 14 km. de distancia, un ancho de 6 kms, que se ensancha de súbito á

(*) Observaremos que las descripciones que siguen se refieren al estado en que se encontró el valle antes de la gran inundación de Julio; pues, por informes particulares, nos consta que algunas partes del mismo han sufrido modificaciones importantes, por embanques de arena ó formación de nuevos arroyos, como, por ejemplo, en toda la márgen Norte de la isla de Choele-Choel.

12, para dar lugar á la gran abra ó cuenca que se forma en este punto. Tal abra ha sido, en otro tiempo, una verdadera laguna que se inundaba durante las crecientes del río, y que quedó seca debido á los embanques dejados por la de 1879. (*) Es una verdadera cuenca, más baja que el nivel de agua del río, de forma ovoidal, de 17 kms. de largo por 7 kms. de ancho, perfectamente llana, salvo algunas pequeñas ondulaciones. Cuando la visitamos, en Abril ppdo., su superficie se encontraba completamente pelada ó con raras matas de pasto duro; pero después de la inundación del 79 se cubrió de altos pastizales, gramináceas y trébol.

Las zonas centrales del valle y las márgenes del río inmediatamente después de la estancia de China Muerta son altas, parejas, secas, peladas ó con pasto duro, y chañares ralos cerca de la barranca. La parte restante, limítrofe al río, está ocupada por rinconadas y playas bajas, húmedas, cortadas por arroyos ó lagunas y cubiertas de pastos tiernos. El valle no tiene verdadero salado; pero de la estrechura de Pringles penetra en él una cañada con agua que entra en el valle superior por el canal abandonado, dicho de los Sanjuaninos, y que, después de caer en unas lagunas, prosigue al pié de la barranca hasta el abra mencionada.

La superficie total de esta parte del valle, comprendida la cuenca de la laguna ó abra, puede estimarse en 20.000 hectáreas; de las cuales 4/5 partes son llanas y las restantes accidentadas.

IV. – La forma el valle de Pringles, que se extiende aguas arriba de la villa homónima hasta la angostura del canal de los Sanjuaninos. Longitud, 41 kms., y ancho variable de 6 á 8.

Esta parte del valle no es esencialmente distinta de la descripta anteriormente; solo hay en ella mayor número de lagunas, terrenos húmedos y salitrosos, debidos á las inundaciones frecuentes y destrozos que en el mismo ha producido el canal abandonado que acabamos de citar; este cauce, desbordado en períodos de aguas altas del río, cae de laguna en laguna, llega á Pringles y por una cañada abierta entre el

(*) En la última extraordinaria creciente de Julio, esta abra ha sido nuevamente inundada.

pueblo y la barranca, penetra también en el valle inferior, como ya ha sido indicado.

Una particularidad digna de notarse, es que en el trozo del río que cae directamente de la barranca Norte sobre la Sud, toda la margen izquierda está formada de terrenos altos y muy resistentes á las erosiones del río. Fué en esta margen que los Sanjuaninos abrieron la boca-toma de su canal; que aunque no defendido por ninguna obra, se conserva bastante bien.

La superficie de este valle es de 27.000 hectáreas, de las cuales $1/3$ parte puede considerarse ocupada por rincones, playas y lagunas.

V. – Desde el principio del valle de Pringles, hasta el Negro Muerto. Longitud, 27 kms.

El río corre siempre recostado á la barranca Norte, dejando tan solo tres grandes rincones y unas estrechas playas, de una superficie total de mil hectáreas, bastante desparejas.

VI. – Lo forma el valle del Negro Muerto. Es el más importante de los valles parciales del río. Empieza en la angostura de este nombre y termina ocho kms. más abajo de la Villa de Conesa. Longitud total, 93 kms. Al principio tiene un ancho de 40 kms. el que, á los veinte, aumenta gradualmente hasta los 12; se conserva entre 12 y 14 kms. por espacio de otros cincuenta, y empieza luego, nuevamente, á cerrarse hasta concluir, á los veinte y cinco, con no más de 2 kms. de ancho.

Un gran salado, que empieza en la extremidad superior y vuelve al río en las proximidades de Conesa-Vieja, recorre el valle en casi toda su longitud, siempre cerca de la barranca. Aun cuando no entra en él agua del río, lleva como 200 litros por 1"; los que no pueden tener otro origen sino vertientes de agua remanada que sale de su cause. El salado ocupa la parte más baja del valle, y, en la creciente de Diciembre último, las aguas del río entraban por él inundando una zona de unos cuantos kilómetros de ancho cerca de las barrancas, y dejando en seco una larga isla ó faja de terrenos más altos, comprendidos entre el río y los desbordes del salado.

Además de este arroyo principal, el valle se halla cruzado por otros de menor desarrollo, pero bastante importantes, que fraccionan el valle mismo en zonas onduladas.

Los terrenos húmedos cercanos al río, las márgenes de las lagunas y arroyos, están, como siempre, tapizados de espléndidos pastizales; pero todo el resto del valle está cubierto de junquillo ó pasto duro, ó desprovisto de toda vegetación. Precisamente, en la parte central del valle se suceden grandes extensiones, de muchos kms. cuadrados cada una, de médanos ó arenales cubiertos de monte de sierra. Tienen generalmente de tres á cinco metros de altura; pero hay lomas aisladas que alcanzan hasta 10 ó 12 metros.

En la estancia de Kaitacó, situada en esta parte del valle, se halla el mejor alfalfar que hemos visto en él, sin riego artificial. Este alfalfar no se ardió como los demás en la inundación de Enero ppdo., aunque estuvo seis días bajo el agua, debido á que ésta corría, sobresaliendo las puntas del pasto sobre el nivel de la misma.

Toda la superficie de este gran valle puede valuarse en 92.000 hectáreas; de las cuales $^7/_{10}$ de terrenos buenos y parejos, $^2/_{10}$ de terrenos bajos, accidentados y zanjeados, y $^1/_{10}$ de terrenos medanosos.

VII. – De la angostura de Negro Muerto, á la estancia de Traga Tragua, entre las islas de Choele-Choel Grande y Chica. Longitud, 31 kms.

El río corre siempre recostado á la barranca Norte, dejando muy estrechas playas y pequeños rincones.

VIII. – De la estancia de Traga Tragua, á la estación del F. C. en Choele-Choel. Longitud, 33 kms.

El río sigue corriendo cerca de la barranca; pero deja una zona de terreno con una sucesión de rinconadas muy pronunciadas, que hacen variar su ancho desde uno hasta cuatro kms. Los terrenos altos son parejos, arcillosos y cubiertos, en gran parte, de monte de sierra.

La superficie de esta parte del valle alcanza á unas 10.000 hectáreas, de las cuales la mitad son altas y parejas. En esta parte del valle se halla situada la villa de Choele-Choel.

IX. – De la Estación de Choele-Choel, hasta la de Chelforó. Longitud, 70 kms.

También esta parte del valle es espléndida, pareja, de buenas tierras, y su ancho varía de 4 á 8 kms. por causa de las profundas vueltas del río,



8 VISTA DEL VALLE Y RÍO EN CHELFORÓ

En esta parte desaparece completamente el pasto duro, el que es substituido por monte de sierra, con preferencia: zampa, jarilla, mata-sebo, etc.

Tiene dos salados: uno que sale poco antes de la Estación Chelforó, y vuelve al río después de 12 ½ kms. de recorrido; y el otro, mucho más importante, que sale cerca de la Estación Chimpay y vuelve al río frente á la Estación Choele-Choel con un curso de 40 kms.

En esta parte del valle se halla la Villa de Choele-Choel, y los importantes establecimientos Irma y San Pablo; perteneciente el primero al Señor General Diaz y el segundo al Señor Coronel Belisle.

El F. C. del Neuquén la recorre en toda su longitud, muy recostado á las barrancas, desde Choele-Choel hasta cinco kms. más allá del Chimpay; y casi en medio mismo del valle, desde ese punto hasta la Estación Chelforó.

Su superficie es de 48,000 hectáreas, de las cuales ⅕ parte pueden considerarse ocupadas por rincones y playas bajas y quebradas.

X. – Desde la Estación Chelforó, hasta 7 kms. antes de la la de Chichinales. Longitud, 26 kms.

El río corre siempre al pié de la barranca Norte.

XI. – Desde 7 kms. antes de llegar á la Estación de Chichinales, hasta la Confluencia. Longitud, 102 kms.

En todo este trayecto el río corre muy recostado y paralelamente á las barrancas del Sud, de modo que el valle que se forma al Norte resulta muy regular, con un ancho que varía de 6 á 10 kms.

La formación de la parte superior de esta zona del valle es más bien debida á los aluviones del Neuquén que á los del Río Negro; de modo que su pendiente, de Oeste á Este, es muy pronunciada (1,20 ‰ en ciertos trechos), mientras que es casi nula en sentido transversal.

Siendo las aguas del Neuquén mucho más arcillosas que las del Limay, la capa superficial de esta parte del valle es, por el mismo motivo, mucho más compacta y dura que las inferiores, siéndolo tanto más cuanto más cerca del Neuquén. Puede decirse que, en los primeros 15 kms., es verdadera greda, mientras en los últimos veinte ya no se distingue mucho de

los demás. Siempre debido á su modo de formación, tampoco esta parte del valle tiene salado, sino en su límite extremo, después de la estancia Santa Flora, del señor Zorilla. A pocos centenares de metros del establecimiento, se separa del río un importante canal que se dirige directamente á la barranca Norte, el que después de un recorrido de 28 kms. cae nuevamente al río, cinco kilómetros aguas abajo de la Estación Chichinales.

También esta parte del valle está cubierta de monte de sierra, como la inferior, con la diferencia que se encuentra además, en ella, bastante jume, especialmente en las zonas más bajas, aunque no haya pasto salado ni indicios aparentes de salitre.

En ella existe la villa Roca, y el único canal de riego en actividad en estas regiones. De este último se hablará más detenidamente en otro capítulo.

La superficie total de esta parte alcanza á 77.000 hectáreas, de las cuales 42 mil están divididas en 442 chacras, que en su mayoría son aún de propiedad del Gobierno Nacional. Del área total puede considerarse ocupada por playas, rincones y terrenos quebrados $^1/_7$ parte á lo más.

Aunque por comodidad de descripción se haga terminar el valle en la confluencia del Neuquén, sin embargo, topográficamente, se une é incorpora con el inmediato superior, que prosigue á la izquierda del Neuquén, hasta el Fortín Tratayén, y mide 75 kms. de longitud. Por lo tanto, se tiene, entre los dos, 177 kms. de valle no interrumpido, de un ancho de 8 á 10 kms., que constituyen, sin duda alguna, la zona de mayor extensión de los terrenos cultivables de estas regiones.

Orilla Sud—La margen Sud es mucho menos importante que la del Norte, por su extensión, población y vías de comunicación; así como por sus terrenos de inferior calidad aunque generalmente más altos.

Puede considerársela subdividida en las diez partes que siguen, siempre desde el mar hacia aguas arriba:

1ª—Desde el mar hasta el pueblito de San Javier. Longitud, 50 kms.

Constituye una verdadera bolsa, baja en el centro, circun-

dada y cerrada, en tres de sus lados, por terrenos altos, que son, al Sud y Este, la barranca misma de la altiplanicie, que cerca del mar dá una gran vuelta, en ángulo recto, hacia la orilla Norte, dejando al río una abertura de 1000 metros de ancho; y, al Norte, un cordón de tierras altas, interpuesto entre el río y el valle, donde está situada la villa de Viedma.

Las aguas, que desbordan en las partes superiores del valle, se estancan una vez que han penetrado en esta bolsa y, subiendo su nivel, forman la gran laguna que existe detrás de Viedma. Cuando el río baja, ella se descarga en parte, bajando su nivel, pero disminuyendo poco su espejo ó superficie, por cuanto los taludes de la misma son muy empinados; y solo se seca cuando se suceden varios años sin fuertes crecientes del río.

La destrucción de Viedma, producida por la última gran creciente, se debe á los desbordes del agua caída de la laguna al río y no á la acción del río mismo.

La superficie total de este valle puede valuarse en 50.000 hectáreas; de las cuales $^3/_4$ partes son terrenos muy fácilmente regables.

En un capítulo á parte se tratará más detalladamente de la desecación y riego de estos terrenos.

2ª — Desde el pueblito de San Javier, hasta el lugar llamado *La primera angostura,* ó Rincón del Sauce Blanco. Longitud, 53 kms.

La parte superior de este valle, es decir, hasta frente á China Muerta, tiene la particularidad de estar dividida en tres zonas muy distintas. La primera, formada de rinconadas y de una faja de tierra, cerca de la margen del río, del ancho medio de un kilómetro, es baja y verdeante en toda su extensión, con numerosas lagunas y cortada por arroyos; de ésta se pasa á la segunda zona subiendo una grada de 1,20 m. de altura, compuesta de un terreno perfectamente parejo, cubierto en parte de pasto duro y, en parte, pelado.

Por otra grada más ó menos del mismo alto, se pasa á la tercera zona, que se presenta en forma de una estrecha faja de tierra más dura, pareja y cubierta de monte.

La parte inferior del valle, es decir, la que da frente á la estancia de China Muerta, hasta San Javier, es más bien

de superficie ondulada, con pasto duro en sus partes altas y pasto tierno en las bajas. Próximo á San Javier es donde, únicamente, es dado divisar el valle cubierto todo él de pastos tiernos de banda á banda, es decir, del río á las barrancas. En la extremidad superior, ó sea donde termina la angostura, entra en el valle un salado importante que lo recorre en todo su largo, y que produce las inundaciones de la laguna de Viedma, en unión á otros dos más chicos que penetran en el valle más abajo.

La gran abra indicada en los planos, en esta margen, situada casi al frente, y próximamente de la misma forma y tamaño de la que ha sido descripta en la margen Norte, no la constituye, como á ésta, una depresión ó cuenca, sino que es formada por una gran falda que sube hasta lo más alto de las barrancas, de lo cual resulta que forma parte del valle.

Debido á las profundas vueltas del río, el ancho de este valle varía desde 2 hasta 7 kms.; y su superficie puede valuarse en 52.000 hectáreas, de las cuales $^{2}/_{3}$ partes son completamente llanas.

3ª—De la primera angostura á la segunda; es decir, donde el río, con una vuelta brusca, pasa directamente de la margen Norte á la del Sud. Longitud, 32 kms.

En los ocho kms. superiores, el río corre muy cerca de la barranca, dejando una estrecha faja de valle adherente á la misma: luego, se ensancha en forma de grandes rinconadas, con un ancho variable de 2 á 7 kms. Está dividida, como la anterior, en tres zonas de terrenos, siempre más elevada de 1 á 1,50 m, la una sobre la otra, y cubiertas, respectivamente, de pastos tiernos, pasto duro y monte; con la única diferencia que las divisiones son más netas, mucho más ancha la zona superior y más desarrollado su monte.

Otra particularidad de este valle es que no tiene arroyo ó salado alguno que lo cruze.

Su superficie puede valuarse en 9000 hectáreas, de las cuales $^{3}/_{4}$ partes son llanas.

4ª—De la segunda angostura hasta el Rincón del Palo. Longitud, 55 kms.

Puede subdividirse en dos secciones: la superior de 22 kms. de largo, con grandes rinconadas de un ancho variable de



PUNTA DE LA ISLA DE CHOELE-CHOEL GRANDE

dos á cuatro kms.; y, la inferior, del largo de 33 kms., de forma regular, con un ancho variable entre 6 y 8 kms.

En la primera sección, la orilla del río es muy alta y firme, por cuanto el pié de la misma está formado de capas de pudinga bastante sólidas. En lo alto, se extiende el valle, sumamente parejo, de tierras muy fértiles y al abrigo de las inundaciones ordinarias, y, sin embargo, con bastante humedad para que los alfalfares se conserven bien, desde hace 12 años, sin riego alguno. Á los cinco kms., y principalmente en la estancia Bernal, de los Sres. Otero Hnos., el valle se ensancha un poco, pero baja su nivel y se cubre de lagunas y arroyos, con planicies muy parejas, pero algo salitrosas. Siguen estos terrenos parejos hasta Conesa, pero ascendiendo nuevamente sin salitrales, y desprovistos de toda vegetación.

La segunda sección, de forma más regular, comprende los territorios de las Colonias Conesa y Frías. De la primera, han quedado muy pocos rincones, poblados, generalmente, por familias indígenas, y con solo dos ó tres chacras que pueden merecer este nombre. La segunda, puede decirse que ha desaparecido por completo, divisándose solo 20 ó 30 viviendas abandonadas, compuestas de una sola habitación, sin vestigio de cercos, en medio de un desierto completo de médanos y arenales sin vegetación alguna.

Debe creerse, y así lo confirman los vecinos, que cuando se crearon esas colonias, los campos eran buenos y cubiertos de pasto, y que la colonización misma fué la causa de su pérdida. Los colonos, incapaces ó imposibilitados para el cultivo por falta de agua, se dedicaron exclusivamente al pastoreo, recargando la limitada extensión de sus chacras con un excesivo número de ovejas. Éstas destruyeron los pastos hasta las raices, y, luego, los vientos completaron la obra de destrucción.

El suelo es formado por terrenos más bien duros y arcillosos: al abrigo de inundaciones no extraordinarias podría, con el riego, hacerse nuevamente apto para la agricultura, pero á condición de proceder á ello sin tardanza, pues, de otro modo las excavaciones producidas por los vientos y los médanos acabarán con él para siempre. Su área puede valuarse en 28,000 hectáreas, de las cuales $^3/_4$ partes de terrenos llanos.

5ª — Desde el «Rincon del Palo» hasta Castre. Longitud, 47 kms.

En los 7 kms. superiores, el río corre muy recostado al pié de las altas barrancas, dejando á intérvalos pequeñas extensiones de terreno llano. Luego, en otros 11 kms, el valle se ensancha, pero sus terrenos son bajos y cruzados por arroyos. Recién á los 18 kms., la orilla ó margen del río se pone muy firme, y el valle se levanta hasta cuatro ó cinco metros sobre el nivel de las aguas ordinarias, apareciendo en lo alto un espléndido llano de 3 á 4 kms. de ancho, el que se prolonga en esta forma, aguas abajo, en una extensión longitudinal de 15 á 20 kms. Por encontrarse al abrigo de las erosiones del río y de las inundaciones, inclusive las más altas, constituye este valle un punto muy á propósito para poder iniciarse en él la colonización, aún en las circunstancias actuales.

La superficie total de este valle puede valuarse en 11,000 hectáreas, de las cuales $^4/_5$ partes son completamente llanas.

6ª — Desde Castre, hasta el principio de la isla de Choele-Choel. Longitud, 100 kms.

Este valle se divide en una faja paralela al curso del río, y la gran isla de Choele-Choel que, por su mucha extensión, puede considerarse como formando parte del Continente.

Como queda indicado en un parágrafo anterior, al principiar esta parte del valle se opera un cambio completo en la forma de la barranca Sud. Su talud escarpado se transforma gradualmente, y en pocos kms., en una falda de muy suave pendiente y de algunos kilómetros de ancho; la que, á no ser por su vegetación, se confundiría á primera vista con el mismo llano del valle. Es precisamente por la falta de una verdadera línea que limite ambos planos, que en los mapas se indica un gran valle después de la isla Choele-Choel, valle que, como se vé, no existe, siendo substituido por un plano inclinado que sube á una altura de 35 á 40 metros, de un extremo á otro de la isla. El valle continental se limita, desde el principio hasta el término de la isla, á una serie de rinconadas, de las cuales algunas son muy pronunciadas y cortadas por grandes arroyos.

El verdadero valle está formado, de este lado, por la isla de Choele-Choel, considerando el brazo Sud del río como un

salado perenne. Una de las vistas representa el río al iniciarse la isla.

La isla se divide en tres zonas. La del lado Sud, levantada por cordones de médanos que se aglomeran sobre su margen, hacia el río. La segunda, que ocupa la parte central, compuesta de terrenos altos y parejos, cubierta de monte y al abrigo de las inundaciones ordinarias. Por fin, la tercera, que ocupa la parte superior, la inferior de la isla y la zona Norte de la parte Central, baja, inundable y cortada por grandes lagunas y numerosos arroyos y canales, que la atraviesan de Sud á Norte en la parte superior, y de Oeste á Este en la central é inferior. Grandes extensiones de esta parte de la isla aparecen salitrosas y cubiertas de pasto salado; pero los rincones y las zonas más bajas tienen siempre pastos tiernos, aunque los buenos desaparecieron este año bajo una invasión de cepa-caballo y abrojo, conducidos por la inundación del verano.

En conjunto, la isla puede considerarse inferior á los otros valles, pero susceptible de cultivo en las zonas mas elevadas, al abrigo de las inundaciones ordinarias, y transformable en buenos potreros naturales en las partes bajas; á condición, sin embargo, que fuera limitado el número de animales al que el terreno puede soportar. Cuando esta Comisión visitó la isla de Choele-Choel, el comisario de la localidad aseguró que pastaban entonces en la misma 20 mil cabezas de ganado, en su mayoría ovino, cantidad incompatible, por cierto, con las miserables condiciones en que se encontraba su vegetación.

La superficie total de la isla es de 34.000 hectáreas, de las cuales puede considerarse que $^{1}/_{10}$ parte se halla ocupada por médanos y terrenos muy quebrados; $^{3}/_{10}$ partes por lagunas, arroyos y bajos; siendo las otras $^{6}/_{10}$ partes de terrenos parejos.

La parte restante del valle, mide otras 34.000 hectáreas, de las cuales $^{3}/_{4}$ partes son terrenos llanos.

7ª—De la extremidad superior de la isla de Choele-Choel hasta 10 kms. antes de la Estación Chelforó. Longitud, 43 kms.

En esta zona no existe verdadero valle en la margen Sud, y solo una serie de rinconadas y playas, después de las cuales el río vuelve á correr al pie de las mismas barrancas. Sin embargo, algunas de estas rinconadas son bastante exten-

sas, llegando á cubrir de 4 á 5 kms. cuadrados de terrenos, bajos y muy zanjeados por los numerosos arroyos que los atraviesan en todo sentido.

La superficie total puede valuarse en 3000 hectáreas, de las cuales apenas 1/4 parte en fajas parejas de una cierta extensión.

8ª—Desde 10 kms. antes de la Estación Chelforó, hasta la angostura de Chichinales. Longitud, 54 kms.

Es éste. otro de los escasos valles importantes que hay en la margen Sud del río. Su forma general afecta la de un gran rectángulo de 30 kms. de largo por 4 á 6 de ancho, terminando en sus extremidades por dos triángulos de 10 á 12 kms. de altura. Los dos triángulos y la zona rectangular, próxima al río, están formados, como lo demás del valle, por terrenos bajos, recorridos por arroyos; pero toda la parte central está constituida por un soberbio terreno llano, elevado y parejo, de buenas tierras, y en excelentes condiciones para el riego.

De la extremidad inferior. y precisamente donde el río se recuesta contra el pié de la barranca, sale del valle un profundo y ancho arroyo ó salado.

La superficie total del valle alcanza á 24.000 hectáreas, de las cuales pueden considerarse 3/4 partes de terrenos altos y parejos.

9ª—Desde la angostura de Chichinales, hasta cinco kiló metros arriba de la Villa Roca. Longitud, 65 kms.

Esta zona, de un ancho de 2 á 5 kms., es sumamente quebrada. debido á arroyos, excavaciones y derrames de ripio producidos por las crecientes del río. y es, en consecuencia, poco utilizable para el riego. La división misma, entre valle y barrancas, no se encuentra bien delineada, como en otros lugares, y así resulta también algo incierta la determinación de su área; que puede valuarse en 7000 hectáreas, de las cuales apenas 1/4 parte, y esto en retazos, llana y pareja.

10ª—Desde 5 kms. aguas arriba de Roca, hasta la confluencia. Longitud, 19 kms. El río corre siempre pegado á la barranca Sud, no dejando valle de este lado.

El siguiente cuadro reune, lo dicho bajo el punto de vista



DESAGÜE DEL LAGO NAHUEL HUAPÍ

principal, que es la proporcionalidad de los terrenos del valle del río Negro, que pueden ser dedicados fácilmente al cultivo.

MARGEN NORTE			MARGEN SUD		
PARTE	SUPERFICIE EN HECTÁREAS		PARTE	SUPERFICIE EN HECTÁREAS	
	PAREJO	DESPAREJO		PAREJO	DESPAREJO
I	—	3.000	1°	30.000	20.000
II	2.000	2.000	2°	35.000	17.000
III	16.000	4.000	3°	7.000	2.000
IV	18.000	9.000	4°	21.000	7.000
V	—	1.000	5°	9.000	2.000
VI	64.400	27.600	6°	44.000	24.000
VII	—	—	7°	1.000	2.000
VIII	5.000	5.000	8°	15.000	9.000
IX	38.400	9.600	9°	2.000	5.000
X	—	—	10°	—	—
XI	66.000	11.000			
	209.800	72.200		169.000	88.000

Como se vé, el cuadro anterior arroja, en cifras redondas, una suma de 380 mil hectáreas de terrenos parejos y fácilmente regables y 160 mil de terrenos quebrados, es decir, absolutamente nó regables en parte, como los medanosos, y en parte regables difícilmente, por lo desparejo de su superficie.

La suma total de los valles parciales, alcanza á una superficie de 540 mil hectáreas, á la que debe agregarse: la ocupada por el espejo del río, que, á razón de 300 metros de ancho medio, comprendidas las playas, por un desarrollo de 637 km. dá otras 20 mil hectáreas, así como la de las islas, estimada ya en 20 ó 30 mil hectáreas; y, sumando estos parciales, se llegaría á un total de 580 mil hectáreas, superior en 25 mil á su superficie total (555 mil hectáreas), hallada directamente.

La diferencia debe imputarse á la falta de precisión en la planimetración.

CAPÍTULO VIII

DESCRIPCIÓN DE LOS VALLES DEL NEUQUÉN Y LIMAY

§ 1º ALTO NEUQUÉN — § 2º AGRIO — § 3º BAJO NEUQUÉN — § 4º ALTO LIMAY — § 5º COLLÓN-CURÁ — § 6º JUNÍN DE LOS ANDES — § 7º SAN MARTÍN DE LOS ANDES — § 8º BAJO LIMAY — § 9º CONCLUSIONES.

En el Capítulo IV, que trata de la Hidrografía General de estas regiones, fueron sumariamente descriptas las cuencas tributarias de estos ríos, así como el curso de los mismos y de sus principales afluentes; por lo tanto, el presente contendrá únicamente una descripción sumaria de los valles y principalmente de los campos aptos al cultivo, que se encuentran en ellos.

§ 1º ALTO NEUQUÉN

En los valles del Alto Neuquén y sus afluentes, no existen extensiones de campos, de mayor importancia, aptos al cultivo, sino numerosas fajas, limitadas en su extensión, pero de terrenos fértiles, situadas al costado de los ríos y arroyos. El primer campo de regular extensión se encuentra en Chos Malal, en la confluencia de los ríos Curileufú y Neuquén, siendo su superficie de 600 á 700 hectáreas y su terreno arenoso. En otro tiempo se construyeron en él dos acequias, arrancadas del Curileufú, para el servicio del pueblo y el riego de los terrenos inmediatos, pero una de ellas no funciona ya, por falta de conservación. En una quinta situada en la margen derecha del Curileufú, se obtuvieron muy buenos productos en alfalfa, viñas, frutas y hortaliza, pero á costa de mucho trabajo y atención.

Entre el Neuquén y el Curileufú, un poco antes de la confluencia, hay también un terreno cultivable, de unas 100 hectáreas, pero éste, como gran parte de los terrenos del



LAGO CARI-LAUQUÉN

pueblo, es expuesto á las inundaciones en las grandes crecientes y á frecuentes heladas.

Desde Chos Malal hasta la confluencia con el Agrio, el Alto Neuquén sigue muy encajonado, no ofreciendo extensiones de valles cultivables de alguna importancia.

§ 2º Agrio

Es el más importante de los afluentes del Neuquén. En Ñorquín, 40 kms. al Este de los afamados baños de Copahüe, se abre un gran valle, de cinco á seis mil hectáreas de superficie, que tiene todo el aspecto de una laguna desecada, con buena tierra vegetal y fácilmente regable, pero expuesto á inundaciones, y, lo que es más grave, á frecuentes heladas, hasta en pleno verano. No existe en él vegetación arbórea alguna, siendo cubierto de gramináceas y, en parte, de pasto mallín.

Desde Ñorquín á Las Lajas, en el valle del Agrio y en los de sus afluentes, se encuentran varios campos de limitada extensión, bajos, fértiles y cultivables, sea con el riego, sea por humedad propia; habiéndose efectuado en la estancia La Argentina, en Campana Mahuida, Codihüe y otros puntos cultivos en limitada escala. Otro pequeño campo bajo, en las mismas condiciones de los demás, se encuentra en el campamento militar de Las Lajas. Este campo es limitado, al Sud, por una barranca de 40 metros de alto, sobre la cual se extiende una planicie de mil hectáreas de buenas tierras, pero de superficie algo pedregosa. Podría cultivarse con alfalfa, formándose potreros en él para el servicio de las tropas allí estacionadas, siendo fácilmente regable con agua derivada del arroyo Pichi Malil que, uniéndose con el Cohuncó, cae al Agrio como á 1 ½ legua aguas abajo de ese pueblo.

§ 3º Bajo Neuquén

El Bajo Neuquén empieza en la confluencia del Alto Neuquén con el Agrio y se prolonga hasta unirse con el Limay después de 200 kms. de recorrido. En su principio, tiene un pequeño campo utilizable; después, sigue siempre con un valle angosto, sin dar lugar á terrenos cultivables de alguna

consideración, si se exceptúa una faja que existe antes de llegar al Paso de los Indios, donde termina la formación en roca viva del valle mismo. Sigue, igualmente, por otros 70 kilómetros de longitud, hasta Vanguardia, un valle estrecho.

En este punto, el valle se abre un poco, dejando á la izquierda una zona de terreno poco elevado, algo medanoso y de un ancho hasta de 3 kms., el cual se prolonga por un largo de 30 kms., hasta Tratayén. Es solo después de este punto, que se forma un verdadero y extenso valle, siempre en la margen izquierda, que se extiende hasta la confluencia con el Limay por un largo de 80 kilómetros y un ancho variable de 2 á 10 kms., siendo su promedio de 5. Se halla constituido de terrenos arcillosos, cubiertos de los arbustos de sierra ya descriptos, con un suave perfil cóncavo, formado por una pendiente del río hacia la barranca, en una parte, y presentando, en la parte restante, que es la más ancha, una suave inclinación desde la barranca hacia el río. Sus márgenes se hallan zanjeadas y quebradas por arroyos que salen del río y vuelven á él. Á 25 kms. de la confluencia, se forma, en la barranca, un abra que pone en comunicación este valle con la gran cuenca de Vidal, que será descripta en otro lugar.

Llegado á la confluencia, donde se forma el Rio Negro, este gran valle se incorpora con el de ese nombre, que se extiende hasta Chichinales, proximamente con el mismo ancho; de modo que, topográficamente, los dos forman un solo y único valle no interrumpido, del largo de 180 kms., ancho máximo de once y. medio, de cinco á seis kms. Estos dos valles constituyen, en su conjunto, la mayor extensión llana y fácilmente cultivable, con una superficie útil no inferior á 110.000 hectáreas, de las cuales 45.000 pertenecen al Neuquén.

§ 4º Alto Limay

El Alto Limay tiene su origen en el gran Lago Nahuel-Huapí á las 41° 5' de latitud Sud, y termina en la confluencia con el Collón-Curá, después de un trayecto de 100 kms. La primera parte del río, que constituye el emisario del lago, tiene una importancia especial por las obras que eventualmente deberán ejecutarse allí á fin de embalsar el lago mismo para transformarlo en depósito artificial. como se dirá oportu-

namente; y por tal motivo dicha zona fuè estudiada detalladamente, levantándose un plano acotado, como aparece en la Lámina V.

Antes de que el emisario se encauce definitivamente, se forma en el lago una especie de barra á 1,^{m}50 bajo las aguas ordinarias, abierta en el medio por un canal de 10 metros de ancho y 4 m. de hondura, y, más al Sud, por una depresión mucho más ancha y de igual profundidad. Sobre esta barra empieza á distinguirse el movimiento de las aguas, como se observa en la vista que acompaña á esta descripción.

El Limay sale del lago en forma de un verdadero canal regular de 60 á 70 metros de ancho, y con profundidad máxima de 4 m., entre orillas empinadas de 4 á 5 metros de alto, cubiertas de arbustos, y así prosigue por unos 500 m., con la fuerte velocidad de 2,50 á 3,00 ms. hasta una angostura después de la cual cambia de dirección. Á ambos lados de estos primeros 500 m., se extiende un pequeño campo que se estrecha siempre más, hasta desaparecer en la angostura indicada. Las márgenes de este campo aparecen formadas, hacia el lago y del lado derecho, de arena y ripio fino; mientras que, á su izquierda, se encuentran desparramadas muchísimas piedras y hasta bloques erráticos de 15 á 20 m^3 cada uno. Esta misma diferencia, entre las dos orillas, ha sido notada en los emisarios de los lagos Traful y Metiquina.

El fondo del cauce del río está cubierto de grandes piedras y cantos rodados.

Los únicos ensayos de cultivo, que existen alrededor del lago, se limitan á una huerta del Sr. Tauscheck, en la orilla del lago, á 10 kms. del emisario, y otra de un propietario alemán á la distancia de 20 kms. Se cultiva allí, con buen éxito, papas, centeno, hortalizas de todas clases, frambuesas y uva Corinto.

Inmediatamente después de pasada la angostura indicada, se interna el Limay, profundamente encajonado, á través de la altiplanicie.

Del lado derecho, se forma una corta y estrecha faja de campo, en la cual se hallan el Juzgado de Paz y la casa de negocio de Zavaleta.

El río sigue hasta la confluencia con el Collón-Curá,

en medio de altas barrancas y peñascos, pero, por lo general, sin verdaderos despeñaderos, siendo siempre las orillas del río transitables por mulas de carga, salvo en algunos puntos.

Los únicos campos, que merecen ser citados, son la pampa de Jones y la de Señhüeque, ambas en la margen izquierda del río: la primera á 10 kilómetros de la salida del lago, con un largo de 5 kms. y un ancho de uno á dos; y, la segunda, á 65 kms., con 10 de largo por 3 de ancho. Ambas son arenosas, guadalosas, cubiertas de pasto amargo, coirón y arbustos. Azotadas continuamente por fuertes vientos, estériles por la naturaleza del suelo y, en parte, de superficie quebrada, no parece que puedan prestarse convenientemente al cultivo. La última precede una gran altiplanicie que divide el curso del Limay del curso del Collón-Curá, la que se halla á más de cien metros sobre el nivel del río, y está desprovista de toda vegetación útil.

§ 5º Collón-Curá

El Río Collón-Curá tiene su origen en la confluencia del Aluminé y del Chimehuín, y termina en su desembocadura en el Río Limay con un frente total, Norte-Sud, de unos 50 kms. y un desarrollo de 65.

Sus afluentes permanentes se hallan exclusivamente en la margen derecha, y los principales son el Quemquemtreu y el Caleufu, siendo este último el más importante, por cuanto es formado por la unión de los ríos Metiquina y Filohuen, originados de sus lagos homónimos.

El Collón-Curá atraviesa una región muy accidentada, que se mantiene á niveles muy altos con relación á su valle. La región de la derecha, en la parte inferior, se halla profundamente surcada por los valles estrechos de sus afluentes; y en su parte superior dichos valles se abren formando campos cubiertos de buenos pastizales, por cuanto pertenecen á la zona semi-lluviosa.

La región de la izquierda, y más precisamente en el gran codo comprendido entre el Collón-Curá y el Limay, es constituida de una altiplanicie muy elevada, de terrenos quebrados, arenosos y pedregosos, cuyo aspecto es el de un hervidero de lomas que se suceden y se cruzan en todo sentido, for-

mando cuencas rematadas por albardones pelados, en cuyo fondo existen á veces lagunas de agua dulce.

Esta región está surcada por escasos cursos de agua como, por ejemplo, los arroyos Pichi-Picún-Leufú, Sañicó, Carán-Curá y de las Vertientes, todos de carácter torrencial, cuyas aguas bajan al Limay con suma velocidad, frecuentemente moderada por saltos de 2 á 4 m. de altura. Los valles de estos arroyos consisten en estrechos y profundos cañadones pantanosos, que se ensanchan á veces, originando hermosos mallinales, verdaderos oasis de ese desierto.

El Río Collón-Curá se mantiene más bien encajonado en la primera y en la última parte de su curso, y, prescindiendo de las pocas rinconadas que forma en esos trechos extremos, mencionaremos los dos valles más importantes, que se encuentran ambos á la izquierda, en la parte media, entre la angostura de la balsa del camino á San Martín y la desembocadura del Río Caleufu.

El primer campo principia en dicha angostura: tiene un largo de 15 kms. por un ancho de dos. Es constituido por terrenos arenosos, llanos y poco elevados sobre el nivel del río; cubierto de pasto coirón, amargo y meneo, y, cerca del río, por chacays, maitenes, etc. Los moradores de la localidad nos dieron los datos más desfavorables sobre su porvenir agrícola á causa de los fuertes vientos y, sobre todo, de las heladas.

Sin embargo, en un puesto abandonado, circundado por brazos muertos, existe una huerta en la que se han notado los restos de una lozana vegetación, con plantas vivas de hortaliza.

Este valle es poco poblado: su puesto más importante es el de Jordán, en el cual se nota un informe trozo de arenisca, considerado por los indios como un fetiche, y del cual se cree que el Collón-Curá (Piedra pintada) tomó su nombre.

Aguas abajo de la pampa anterior, sigue una faja de unos 500 metros de ancho, muy baja y montuosa, del largo de 10 kms., despareja, arenosa, manchada de derrames de ripio y llena de maleza.

A su terminación, ó sea, á unos 30 kms. aguas abajo del origen del río, existe una hermosa pampa de 6 kms. de largo

y de 3 de ancho, alta sobre el río de 2 á 4 metros, poblada por tres puestos de indios.

Su terreno es arenoso, pero superficialmente existe una pequeña capa de tierra vegetal. Se halla limpio, en su mayor parte, de arbustos y maleza, á parte de una faja que orillea el río, acompañada de unos cuantos médanos y lagunas.

En resumen, los campos del valle del Collón-Curá utilizables se estiman en unas 3000 hectáreas próximamente.

§ 6º Junín de los Andes

A la derecha del río Chimehuín y á unos 30 kms. aguas arriba de su confluencia con el Aluminé, existe un valle de unos 5 kms. de largo por uno y medio de ancho, en el cual se encuentra el pueblo de Junín de los Andes.

La superficie de este valle está dividida en quintas y chacras, las que con el éjido del pueblo suman un total de 640 hectáreas.

El terreno es constituido de buena tierra vegetal, cuyo espesor, al pié de las lomas, llega hasta 2 ms. de profundidad, disminuyendo á 0,50 cerca del río: el subsuelo es formado por un lecho de cascajo de ripio y grandes rodados.

El terreno es muy parejo, y su altimetría es muy favorable para la construcción de un pequeño canal de riego, el cual fué ya ligeramente estudiado por el ingeniero que trazó el pueblo: la superficie uti izable se estima en unas 570 hectáreas.

Las expansiones de las crecientes son limitadas á una zona de unos 20 mts. de ancho á lo largo del río, y en las partes más bajas, pues el nivel de las mismas no alcanza á 1 metro sobre las aguas ordinarias. El Sr. Iturra, con 15 años de residencia en Junín, no recuerda que una creciente haya llegado al pueblo, que está muy próximo al río. En la creciente de este año, el agua alcanzó hasta la Iglesia, es decir, de 1,50 á 2,00 metros sobre su nivel ordinario.

Los principales productos son: el trigo, que dá del 12 al 14 por uno, salvo casos de heladas, y se vende á 14 pesos el quintal; la alfalfa, que dá dos cortes anuales; la avena, que dá el 25 por uno y se vende á 16 $; y la cebada, que dá del 15 al 18 por uno y se vende á 14 $ el quintal. Las horta'izas, que no sufren las he'adas, dan buenos productos, no así las papas y los tomates, que requieren cuidados especiales.

La madera de cyprés la provee el lago Lolog, á 7 leguas de Junín, y tablones de esta madera, de $3,^{m}5 \times 0,23 \times 0,025$, valen actualmente 40 $ el ciento. La madera de roblí proviene del lago Chimehuín y cuesta más ó menos lo que el cyprés.

Aguas abajo de Junín de los Andes, existen otros vallecitos á lo largo de los ríos Chimehuín y sus afluentes el Carhué y Quilquihue, todos favorecidos con buenos terrenos vegetales. cubiertos de hermosos frutillares, pero de limitadas extensiones. los cuales no necesitan obras de riego, en general, sea por las lluvias, sea por la humedad natural del suelo.

Los ríos son bastante encajonados y sus expansiones máximas no alcanzan á inundar el valle.

§ 7° San Martín de los Andes

Remontando el valle del Quilquihue se encuentran buenos terrenos, propios para el cultivo del trigo, y bastante elevados sobre el nivel del río. Dejando á éste á la derecha é internándose al Oeste, costeando un grupo de elevadas sierras. se entra á una linda vega, muy pantanosa y cubierta de espesos y altos mallinales, circundada de bosques muy pintorescos. Aquí cambia de repente, y completamente, el aspecto de la región: ya se entra de lleno en la zona lluviosa y en la región de los manzanares.

Al término de la vega, se desciende por una estrecha bajada á un espléndido vallecito situado á la orilla del lago Lacar, todo cerrado por altos bosques, tupido de cypreces, robles, roblís, alerses, etc., de un verde intenso, presentándose un paisaje verdaderamente encantador.

En este vallecito está el lindo pueblito de San Martín de los Andes, lleno de vida, y cuyo progreso y bienestar se debe en gran parte á la obra inteligente del Comandante Don Celestino Pérez.

Existen en él varias construcciones de madera, entre otras, los cuarteles, el hospital militar y casas de negocio, siendo digno de particular mención el aserradero, el cual dá por el momento unas 60 tablas hasta de $4^{m} \times 0,23 \times 0,025$ por día. y que se venden á razón de 50 $ el ciento.

Á pesar de la casi continuidad de las lluvias, el clima es

muy sano, gracias á los fuertes vientos y á la permeabilidad del terreno.

Terrenos cultivables, de grande extensión, no existen, pues la región es, en su casi totalidad, accidentada y boscosa.

§ 8º Bajo Limay

Se dá este nombre á la parte del Limay comprendida desde la confluencia con el Collón-Curá hasta la del Neuquén; la que abarca una zona de 300 kilómetros de largo.

Puede considerarse que el Collón-Curá lleva otra tanta agua como el Alto Limay, de modo que después de la confluencia de los dos ríos aumenta considerablemente la sección del cauce. La pendiente del río disminuye; su curso se desarrolla con curvas ó rinconadas, formándose islas, que no existen, puede decirse, en su curso superior. La vegetación se modifica también sensiblemente: desaparecen el maitén, el cyprés, las frutillas y el mallín, siendo sustituidos por los sauces, pasto duro y arbustos de las zonas secas.

Desde la confluencia indicada hasta Nogueyra, por una longitud de 100 kilómetros, el río corre encajonado á través de una altiplanicie muy elevada, de terrenos aluvionales, de los cuales descienden unos pequeños arroyos; de éstos son los más importantes el Sañicó, que desemboca cerca de Piedra del Águila y el Pichi-Picún-Leufú, que limita esta sección barrancosa.

Pasada la angostura de Nogueyra, el valle se ensancha notablemente del lado Norte, formando la pampa de este nombre, de 30 kilómetros de largo y 4 de ancho medio; la que puede considerarse dividida en dos zonas paralelas, una un poco más estrecha, que costea el río, con pendiente hacia la barranca, dividida por zanjones y lagunas, y de suelo tanto más arenoso cuanto más distante del río, poblada de sauces y chacays; la otra, más extensa y alta, pero también muy despareja á causa de los cordones de médanos que la atraviesan y de las frecuentes depresiones llenas de derrames de ripio. El terreno es muy arenoso superficialmente, con un subsuelo muy duro y arcilloso, y cubierto de molle, zampa, jarilla, etc. Estos terrenos tienen la ventaja de encontrarse algo abrigados contra los vientos dominantes del Oeste, pero su

naturaleza muy arenosa y lo desparejo del suelo serán siempre un serio obstáculo para destinarlos á la agricultura. Se estima la parte utilizable en un poco más de 1/3 parte de su superficie total, es decir, en 500 hectáreas.

En el extremo del campo descripto, el valle se estrecha otra vez, formando la angostura llamada de la Barranca Colorada, por un largo de 10 kilómetros. La angostura no da paso, y el camino se eleva, de este lado, á una altura de 200 metros sobre el río.

Terminada esta angostura, el valle se abre de nuevo para formar otro campo llamado Pantanito, situado á 140 kilómetros de la confluencia del Collón-Curá. Tiene unos 20 kilómetros de largo, y un ancho medio de 4, con una superficie de 8.000 hectáreas; es alto uno á dos metros sobre el río, y tiene el aspecto de ser uno de los más productivos y fértiles de todo el valle del Limay.

Su suelo es arcillo-arenoso, surcado por muchas lagunas en comunicación subterránea con las aguas del río. Parece que una capa de tosquilla arcillosa, muy dura, se interpone á distintas profundidades entre la capa superficial cultivable del suelo y el banco ripioso, permeable, que forma el fondo general del valle.

Frente á este campo, se forma en el río una hermosa isla de 2500 hectáreas, con partes elevadas y cubierta de buenos pastizales.

Según los vecinos, el campo del Pantanito queda casi completamente inundado cada cinco años, y, parcialmente, su mitad ó tercera parte, todos los años, circunstancia á la que debe su mayor fertilidad relativa. Según observaciones hechas por los moradores, los vientos dominantes del Oeste tienen una influencia sensible y segura sobre las crecientes; las que por tal motivo pueden anunciarse con tres días de anticipación.

Aunque los campos sean buenos, no existe casi cultivo, debido a la falta de brazos, prefiriendo los vecinos traer los productos de Roca á los fabulosos precios siguientes: maíz á razón de $ 25.00; trigo á $ 8 ó 10; harina á $ 40 ó 50 y alfalfa á $ 10 el quintal.

El campo del Pantanito está limitado, al Norte, por una zona más elevada de unos cinco metros y cubierta de arbustos. Esta zona principia con el mismo campo del Pantanito, al término de

la angostura llamada Barranca Colorada, precisamente en el punto de La Picaza, y cierra el mismo valle cayendo sobre el río con barrancas de 6 á 7 metros, á 8 kilómetros aguas arriba del cañadón del Manzano.

A la izquierda del cañadón, la planicie descripta se levanta de repente á 30 metros de altura, sigue siempre costeando el río con barrancas empinadas, de arenisca colorada, hasta la confluencia del Picún Leufú, por una longitud de 13 kilómetros desde el Manzano.

Es éste un arroyo que desemboca en el Limay, con un cauce de 7 metros de ancho y barranquitas de 3 á 4 metros de alto, que lleva en períodos normales pocos centenares de litros por segundo, quedando en seco durante los meses de Mayo y Junio. La parte utilizable del valle de Pantanito se estima aproximadamente en unas 5.000 hectáreas.

Tres kilómetros aguas abajo de la desembocadura de este arroyo, principia la otra gran pampa dicha de Alarcón, la cual se extiende por unos 25 kilómetros de largo y 4 de ancho, es decir, con una superficie de 10.000 hectáreas.

La pampa de Alarcón puede considerarse dividida en tres partes distintas. La parte más alta, cerca de la barranca, con terreno más arenoso y en parte medanoso, caracterizada por los arbustos que en ella crecen (jarilla, algarrobillo, piquillín, etc.), y de una superficie aproximada de 2.000 hectáreas. La parte intermedia ó de verdadera pampa, con terreno arcillo-arenoso de color rojizo y algo salitroso, en la que la vegetación se compone de pasto coirón, barba de chibo, cebadilla, etc.

El suelo es parejo, y no hay duda de que se presta bien para el cultivo. Su superficie es de unas 5.000 hectáreas.

Finalmente, la parte anegadiza, con terreno arcillo-arenoso, expuesta á las crecientes ordinarias. Es despareja, surcada por depresiones y derrames.

La vegetación es en ella más lozana; además de las clases arriba mencionadas, se nota el trébol, el pasto de seda y el alfilerillo.

Cerca del río, la playa está cubierta de cortaderas y, los bordes, de sauces. Esta última parte tendrá unas 3.000 hectáreas.

En la última parte de la pampa de Alarcón, la barranca



VALLE DEL LIMAY (ALARCÓN)

Norte se acerca algo al río; retirándose luego en un trayecto de 6 kilómetros, y dejando lugar á un valle con dirección transversal al mismo.

Al reaparecer la barranca, se forma la hermosa pampa de Villamil de unos 4 kilómetros de ancho, en la cual ha desaparecido una finca, en el término de unos pocos años. por la tendencia del río á recostarse siempre más al lado Norte, destruyendo poco á poco los bordes de este lado.

La parte utilizable del valle de Alarcón, comprendido el campo de Villamil, se estima en 10.000 hectáreas. En el límite de este campo, y frente á la «Punta del Gigante» se cierra el valle entre barrancas de 40 á 50 metros de altura por un largo de 30 kilómetros, formando la travesía de Chocón. En este trecho, el río aumenta considerablemente de velocidad, y disminuye el número de islas, que eran bastante frecuentes en las partes superiores.

Pasada esta estrechura y al salir de un profundo codo, la barranca Norte se retira algo. conservándose paralela al río. y quedando entre ambas un estrecho valle de 6 kilómetros de largo por 1 ½ de ancho, muy cortado por arroyos, bajo y fértil. Después de este vallecito, la barranca se retira otra vez pero definitivamente, formando el último gran valle del Limay, que se extiende desde Arroyito hasta la Confluencia con el Neuquén por un largo de 50 kilómetros. siendo su ancho medio de 4 kilómetros en su primera mitad y de 2 en la segunda. También este puede considerarse subdividido en dos partes: una, anegadiza (la cuarta parte), con capa arenosa del espesor de un metro sobre banco de pedregullo, surcado por frecuentes depresiones y quebrado por grandes lagunas como. por ejemplo. la del Cisne, el Toro y la Laguna Larga, cubiertas de pastos tiernos y grandes sauzales; la segunda parte, 2 á 3 metros más alta que la anterior, algo quebrada por zanjones y por médanos, especialmente en su parte inferior, está formada de terreno más bien arenoso y cubierto de arbustos de sierra.

Se han practicado, en reducida escala, cerca de la Laguna Larga, algunos cultivos de trigo, alfalfa, porotos, arvejas, etc., con resultados muy satisfactorios; pero los cultivos de maíz, que también prometían buenas cosechas, fueron muy perjudicados por las heladas.

Por lo demás, tanto en este valle como en el del Río Negro, se observa más bien un retroceso en la industria ganadera, debido á la desaparición de los pastos.

La parte del valle utilizable, desde Arroyito á la Confluencia, se estima aproximadamente en 7.000 hectáreas.

En toda la margen Sud del Limay no existen campos de importancia, con excepción de una larga zona frente á Pantanito y Alarcón, estrecha y accidentada, en la que puede ser utilizada una superficie de unas 1.000 hectáreas.

§ 9° Conclusiones

Reuniendo las cifras expuestas en los parágrafos anteriores, resultan, para los valles del Neuquén y Limay, las siguientes superficies de terrenos aptos para el riego:

Valle del Neuquén

Chos-Malal	600	Hectáreas
Ñorquín.	5.000	»
Las Lajas.	1.000	»
Bajo Neuquén	45.000	»
Total. . .	51.600	Hectáreas

Valle del Limay

Collón-Curà	3.000	Hectáreas
Nogueyra.	5.000	»
Pantanito	5.000	»
Alarcón y Villamil	10.000	»
Entre Arroyito y Confluencia.	7.000	»
En la margen Sud.	1.000	»
Total. . .	31.000	Hectáreas

CAPÍTULO IX

DESCRIPCIÓN DEL VALLE DEL RÍO COLORADO

§ 1º VALLES TRIBUTARIOS DEL RÍO COLORADO—§ 2º DESCRIPCIÓN GENERAL DEL VALLE DEL RÍO COLORADO—§ 3º DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL VALLE DEL RÍO COLORADO—§ 4º CONCLUSIONES.

---

§ 1º VALLES TRIBUTARIOS DEL RÍO COLORADO.

Valle del Río Grande — Valle del Río Barrancas

Como el Río Negro, el Colorado se forma de la confluencia de dos ríos, uno el Río Grande, sin lagos; el otro, el Barrancas, alimentado por el importante lago de Carrilauquén. Por las razones ya expuestas en los capítulos III y V, la importancia del Río Colorado es muy inferior á la del Río Negro y puede estimarse, cuando más, entre $^1/_{10}$ y $^1/_8$.

El largo total del Río Colorado, desde el origen del Río Grande, que es el más al Norte, hasta la desembocadura en el Océano Atlántico, es de 1000 kms. que alcanzan al rededor de 1350 desarrollando el curso del río.

La dirección general del Valle es Norte á Sud, en los primeros 250 kms., inclinándose luego de O. N. O. á E. S. E.

Se dirá antes lo poco que puede interesar referente á los ríos que originan el Colorado, para concretarnos después á este último.

Valle del Río Grande.—El Rio Grande recorre un trayecto de 240 kms. de Norte á Sud antes de unirse con el Barrancas, alimentado por numerosos afluentes que bajan de ambos lados, principalmente del lado Oeste, entre una infinidad de sierras y serranías altas.

En la parte central de su curso, el Valle del Río Grande se ensancha y forma extensos campos, conocidos con el nombre de Valle Hermoso, en los cuales la alfalfa se reproduce expontaneamente, y que son muy apreciados como estación veraniega para el ganado.

Aparte de estos campos, lo demás del valle y los de sus afluentes tienen poca importancia para la agricultura.

Valle del Río Barrancas.—El Río Barrancas nace directamente del lago Carrilauquén á los 36° 30' de latitud, y tiene un curso de 65 kms. hasta juntarse con el Río Grande.

La parte más importante de este valle, bajo nuestro punto de vista, es el lago mismo, el cual, como se dirá en su lugar, ofrece una expléndida oportunidad para ser transformado en depósito artificial.

La superficie del lago es de 35 kms. cuadrados, y la de su cuenca tributaria de 1900.

La forma oblonga, estrecha, de contornos caprichosos y las altas serranías que lo circundan por todas partes, cayendo abruptamente en él, no dejan dudas respecto de su formación geológica, proveniente de un antiguo «Fjord», como ya se indicó en el capítulo IV, § 5°. Las precipitaciones meteóricas. que se producen en las altas sierras que circundan y dominan el lago, deben ser bastante considerables, pues las cubren de una capa espesa de nieve durante cinco meses del año, y las aguas provenientes de su derretimiento se dirigen por todas partes al rededor de la cuenca del lago mismo, en forma de caudalosos arroyos de muy fuerte inclinación. La circunstancia señalada, de que las serranías bajan rápidamente hasta el agua, no dá lugar, en las márgenes del lago, á la formación de playas ó campos, y hace suponer en él una profundidad considerable de centenares de metros, como ya lo indica el color muy obscuro de sus aguas.

La solitaria situación de este lago, tan poco conocido hasta los últimos años, y el misterio, en que todavía está envuelto para los moradores de la localidad, han dado origen á muchos cuentos extraños y á fábulas supersticiosas, como la de ser imposible navegarlo y la existencia, en determinados parajes del mismo, de animales desconocidos.

No se conocen las oscilaciones de sus niveles, pero ellas deben ser muy sensibles dada la pequeña relación ($^1/_{54}$) entre la superficie de su espejo y la de su cuenca.

El desagüe del lago se efectúa por un emisario de 15^m de ancho, en medio de un valle de 500^m; precedido por una larga extensión de pantanos y ciénegas impracticables y limi-

tado por altas barrancas, compuestas de areniscas de variados colores. La velocidad del agua, á su salida del lago, ó, mejor, al salir de la parte pantanosa y lacustre es bastante fuerte, y el cauce se encuentra cubierto de grandes piedras, cuyo tamaño disminuye á medida que el río avanza. En la primera parte de su curso, se forman varios rápidos, que desaparecen después, adquiriendo el río una pendiente más uniforme. A los 40 kilómetros del lago, se observó, el día 4 de Abril, una velocidad máxima superficial de 1^m80 por segundo en una sección de 25^m00 de ancho y una profundidad media de 0.70; lo que daría un caudal de 25 metros cúbicos por segundo aproximadamente.

El curso del río, entre el lago y su confluencia con el Río Grande, mide, como se ha dicho yá, 65 kilómetros, y corre continuamente encajonado entre serranías muy altas, no dejando valle alguno de consideración. Durante este breve trayecto, sus aguas, que del lago salen cristalinas, se enturbian considerablemente en primavera, debido á los materiales que caen en su cauce por los desmoronamientos de las barrancas.

En todo el curso de este valle, no existe campo llano digno de mención, á no ser en su última parte, cerca de la confluencia con el Río Grande, donde se forma una planicie utilizable, con una superficie aproximada de 600 hectáreas. Un poco más arriba de este lugar, se hicieron ensayos de riego, en limitada escala, con resultado bastante satisfactorio; habiéndose obtenido buenos productos en alfalfa, trigo, uvas, árboles frutales y toda clase de hortaliza.

§ 2º Descripción general del valle del Río Colorado

Aspecto general. — Barrancas. — Valle y cauce del río. — Médanos. — Salitre. — Vegetación del valle. — Cultivos y población actual. — Perfiles longitudinales del río y del valle

Así como se ha hecho para el valle del Río Negro, empezaremos este estudio del valle del Río Colorado con su descripción general, para pasar después á ocuparnos en detalle de las distintas fracciones que en él más se prestan al cultivo.

Para evitar repeticiones inútiles, se limitará esta descripción á anotar las diferencias más importantes que distinguen á éste del valle del río Negro, y conservando el mismo orden entonces adoptado.

El aspecto general del valle es el mismo que presenta el del Río Negro, es decir, de una profunda excavación producida por las aguas en la altiplanicie; sin embargo, en los detalles hay diferencias sensibilísimas y las principales pueden resumirse en las siguientes.

El valle del Colorado tiene un largo una vez y media mayor que el del Río Negro, pero su ancho es considerablemente menor, pudiendo estimarse en 1/8 de aquél, en promedio. Como compensación de esta menor anchura, al acercarse al mar desaparecen sus barrancas, y entonces el valle se confunde é identifica con los extensos campos de las zonas marítimas. El curso del río Colorado es, diremos así, más recto que el del Río Negro, dando lugar á islas y rincones, muy inferiores en número y dimensiones. Su perfil longitudinal no tiene la continuidad del otro, por cuanto en varios puntos cordones de roca viva y dura atraviesan el cauce de un lado á otro, formando rápidos. La masa de agua que corre en el río es considerablemente menor, como hemos visto; el ancho de su espejo de agua varía entre 50 y 100 metros por lo general, cuando en el rio Negro es de 200 á 300; su profundidad es también escasa, abundando los vados en él. La altura de los valles sobre el nivel ordinario de las aguas del río es menor que en el río Negro; sin embargo, las inundaciones son casi desconocidas en la parte superior del valle, por ser las crecientes de menor elevación.

Barrancas.—Tanto en el Colorado como en el Río Negro, las barrancas van disminuyendo en altura absoluta sobre el mar á medida que avanza el río, así como la relativa sobre el valle; con la diferencia que, mientras en la barranca Sud la última disminución se produce con alguna uniformidad, en la orilla Norte se notan interrupciones muy sensibles, debidas á desdoblamientos en la altura de las mismas barrancas, ya descriptos al tratar del valle del Río Negro. Un caso importante de estas vueltas hacia el interior de una parte de la barranca, para volver al río aguas abajo, puede observarse en todo el trecho desde el Codo Grande de la Casa de Piedras hasta las barrancas altas que terminan en la punta de La Travesía.

A este respecto podemos consignar los siguientes datos:

En la margen Sud del río, la altura de las primeras cres-

tas, que forman los bordes de las altiplanicies, alcanza sobre el valle, frente á la casa Sánchez, á 78 metros, á 60 metros en el Fortín Uno y á 27 metros al Sud de la Estación Río Colorado. En la margen Norte, la parte inferior de las dos en que se divide la barranca, tiene, frente á la casa de Sánchez, una altura de 15 metros y en el Boliche, la de 5 á 10 metros, Más abajo, siempre al Norte del río, donde las dos partes de la barranca vuelven á unirse, se han notado las alturas siguientes: en Puesto Ruina 30 ms., en el puente del F. C. 33 ms., en Balsa Farce 30 metros y en Esquina Nodín 35 metros.

Respecto de los taludes de las barrancas, existe también una diferencia muy marcada y característica entre ambas orillas.

Los del Norte tienen, por lo general, una inclinación muy fuerte, cayendo casi á pique sobre el río y dando lugar á muy pocos vallecitos de ese lado; formando verdaderos despeñaderos imposibles de salvar hasta de á pié. Por el contrario, las barrancas del lado Sud son casi siempre de suave inclinación, trasformándose frecuentemente en faldas de pendiente casi insensible, como las descriptas en el caso del Río Negro, tras de la isla de Choele-Choel, y se alejan también considerablemente del curso del río, formando valles llanos y extensos como no se encuentran en la otra banda.

Por lo general, la formación y naturaleza de los terrenos y rocas que constituyen las barrancas aparecen de la misma constitución física y formación geológica que las del Río Negro, con excepción de los cordones de roca viva que atraviesan el valle en varios puntos. Empiezan estas formaciones desde la Angostura Grande, á 20 kms. aguas arriba de la Estación Fortín Uno, y siguen, con varias interrupciones, hasta 23 kms. aguas abajo de la Estación Pichi Mahuida; es decir, por un trecho de 70 kms., siendo constituidas, en general, de rocas graníticas, que, muy probablemente, representan la continuación de las lomadas y serranías que se encuentran diseminadas en la Provincia de Buenos Aires y en la Pampa Central. Donde el río atraviesa esos macizos rocosos, el valle se cierra y la pendiente de su cauce aumenta considerablemente, formándose rápidos y pequeñas cascadas.

Valle y cauce del río.—El valle del Colorado, como el del

Río Negro, es el resultado de las erosiones de las aguas, pero producidas en mucho menor escala, sea por la mayor resistencia de las rocas, ó por el menor volumen de las aguas mismas. Con excepción de tres localidades en la parte superior del valle, y en la última región marítima, donde se abren campos extensos que describiremos luego, el ancho del valle varía entre unos pocos centenares de metros y 4 ó 5 kms. cuando más, formándose, como en el Río Negro, rinconadas, islas y terrenos bajos. Existe sin embargo una diferencia importante, y es que mientras el Río Negro baja chocando sucesivamente contra las dos barrancas, dando así lugar á extensos campos que se alternan en ambas márgenes; parece, al contrario, que el Colorado se obstina en correr siempre adherente á las barrancas del Norte, dejando á este lado estrechas fajas de terreno y pequeñas rinconadas, frecuentemente interrumpidas por despeñaderos y angosturas.

Las mayores extensiones de campos llanos se encuentran, indudablemente, del lado Sud y en dos distintas formaciones: una constituida por los depósitos recientes de aluvión, en forma de rinconadas y fajas de terrenos bajos como en la margen Norte, pero más extensas y desarrolladas; y la otra, de formación más antigua, con campos extensos, llanos, secos, y elevados de uno á cuatro metros sobre los anteriores, hallándose generalmente la diferencia de nivel, distribuida en forma de estrechas faldas ó planos inclinados. La sección transversal de los primeros terrenos afecta la forma típica de los valles aluvionales, es decir, más alta cerca del río y con pendiente hacia afuera, terminando con una zanja ó cañada que corre al pié de la falda que los separa de los terrenos altos. Estos, por el contrario, tienen una pendiente opuesta, es decir, hacia el río, pero con inclinación apenas perceptible, y, por lo general, sin cañada que los separe de las barrancas.

La parte más baja del valle, de reciente formación, como queda indicado, tiene en el Colorado una extensión é importancia muy inferior á la correspondiente del Río Negro, la mayor extensión pudiendo notarse aguas arriba de Degrate, donde adquiere una anchura de uno á tres kilómetros, ocupada por islas y rinconadas. Las rinconadas más grandes, en la parte superior del valle, son: el Rincón Grande, la Bolsa y

el Rincón de Valdez; y en la parte inferior pueden notarse las existentes arriba y abajo de la esquina Nodín.

Unos 64 kilómetros aguas abajo de la Estación Río Colorado, la barranca Sud se transforma en una falda de suave inclinación que, abriéndose siempre más, se confunde en la extremidad inferior del valle con los campos extensos y llanos de la zona marítima. Igual cosa sucede en la barranca Norte, 30 kilómetros más abajo.

Veinte kilómetros más allá del Fortín Mercedes, el río se divide en dos brazos, siendo el del Sud el más importante. La isla ó delta á que dá lugar la bifurcación del río es llana, fértil y cortada cerca de la costa por numerosos riachuelos y canales, que actualmente prestan buenos servicios al tráfico local.

Por lo que se refiere á la formación aluvial, que constituye el fondo ó parte llana del valle, no se ha podido constatar en ella la existencia de un banco continuo de pedregullo suelto bajo la capa terrosa, como en el valle del Río Negro. En la parte superior del río, esto es, hasta el Puente del F. C., se han notado bancos de ripio en las siguientes localidades: Rincón del Salado, campo de Arce, aguas arriba de la esquina Florida, frente á la Estación Fortín Uno y aguas arriba del puente del F. C. En la parte inferior no se ha visto, en ninguna parte, capas de ripio, y todos los pozos observados se encontraron excavados en tierra gredosa ó tosca. Solo aparece arena muy fina en las zonas más bajas. Faltando este banco permeable, que en el río Negro se extiende por todo el valle, no se producen los fenómenos de vertientes, ó aguas de remanes, ya descriptos en el Capítulo VII § 3, como tampoco se verifica, sino en proporciones mucho más limitadas, el ascenso de las aguas por capilaridad, que, en el valle citado, alimentan la vegetación de extensas zonas.

Médanos.—En este valle, como en el del río Negro, existen formaciones de médanos, que aumentan constantemente á medida que baja el valle. La parte más ocupada por ellos, son las márgenes del río, donde se forman lomitas aisladas ó hileras de cordones paralelas á la costa en la margen Norte, y, en la parte inferior de la margen Sud, más frecuentemente en forma de cordones angostos que atraviesan el va-

lle de trecho en trecho, dividiendo los campos en zonas separadas. Se hallan, en general, cubiertos de junquillo y jarrilla, y casi no se notan los completamente desnudos, en formación continua y siempre en movimiento, como se observa frecuentemente en el río Negro. No faltan también aquí esos grupos de médanos en forma de manchas que cubren varias hectáreas; sin embargo, puede decirse, que tales formaciones son menos extensas aquí que en el río Negro, ó, por lo menos, que no hay en este valle el aumento permanente y amenazador que se verifica en aquél.

Salitre. — El agua del río Colorado es bastante salobre, diferenciándose en esto de la del río Negro, que, como dijimos, es absolutamente dulce y exquisita. Es también mucho más turbia, especialmente en las épocas de crecientes, siendo de notar que su grado de salobrez disminuye, á medida que aumenta su turbidez. En una palabra, conserva los caracteres de las aguas de los ríos de más al Norte, en las provincias de Mendoza y San Juan.

No obstante esta mayor salobrez de las aguas, no puede decirse que los campos del valle del Colorado sean mucho más salitrosos que los del Rio Negro. Lo son, efectivamente, en la parte superior del valle, hasta la Angostura Grande, donde en las zonas bajas se forman verdaderas salinas de pequeña extensión, que alcanzan un espesor suficiente para ser explotadas para el uso local. Pero, en la parte inferior del valle, van desapareciendo gradualmente estas formaciones, hasta extinguirse completamente en las zonas más bajas.

Vegetación del valle. — En su conjunto, la vegetación es la misma que la del río Negro: pastos tiernos con sauces en las zonas bajas, frecuentemente inundadas; chilca, junquillo y paja brava en las más elevadas, inundadas solamente en casos extraordinarios; arbustos de sierra en las partes altas y secas; jume en las salitrosas.

Solo puede notarse un desarrollo enorme en la vegetación de la chilca, que cubre, completamente, extensos campos de miles de hectáreas, especialmente en la zona inferior del valle; una disminución notable en el número y tamaño de los sauces; y un aumento considerable de pastos tiernos en las

zonas inferiores, á proximidad del mar, debido á la mayor cantidad de lluvia que cae en estas zonas, como se hizo constar en uno de los capítulos anteriores, tratándose del clima. En una zona muy reducida, cerca de la Balsa Farce, se notan unos pocos algarrobos, de los cuales el más alto es considerado por los indígenas como una especie de genio malo que llaman el Gualichu.

No existen en el Colorado los campos pelados, privados de toda vegetación, tan frecuentes y extensos en el Río Negro. salvo, por supuesto, los grandes salitrales en la parte superior del valle, y unos pocos rincones de tierra arcillosa, durísima. Falta también, casi absolutamente, el abrojo, esa otra llaga del Río Negro.

Cultivo y población actual.—En el valle del Colorado no existen colonias ú otros centros agrícolas. Su escasa población está representada, en general, en la parte superior del valle, por puesteros aislados de escasos recursos, los que aprovechan los campos fiscales ó arriendan los particulares; y, en la parte inferior, por centros un poco más importantes, representados por los grandes establecimientos de ganadería, ó estancias, entre los cuales figura el muy importante de los Sres. Luro, en la última parte del valle. Más abajo de la esquina Lopez, se notan un sinnúmero de almacenes ó, mejor dicho, boliches á base de pésima aguardiente ó caña, y, en la parte inferior del río navegable, se encuentran hasta almacenes flotantes, sobre lanchas á vela, que llevan la tentación de la bebida hasta las mismas puertas de los ranchos.

El cultivo actual es insignificante y, en general, se limita á pequeñas siembras de maíz, cebada, zapallos, sandías, etc., cultivados en las partes bajas de las rinconadas, pero muy expuestos á las inundaciones, precisamente como se indicó al tratar del Río Negro. En el puesto del señor Atencio, situado á 210 kms. de la confluencia, se ha formado una pequeña quinta, donde por medio de una acequia, se ha cultivado, con buen èxito: alfalfa, trigo, árboles frutales y hortalizas En el mismo lugar, al otro lado del río, en territorio de la provincia de Mendoza, el dueño del campo, señor Claudio Martínez, intentó formar una colonia, pero el proyecto no se realizó.

A parte del indicado, no existen otros riegos por canales, ni han habido otras iniciativas; solo se nota alguna noria ó molino de viento en las estancias de la parte inferior. Los señores Luro han construido largos canales en sus terrenos, pero ellos sirven únicamente para llevar agua á las haciendas.

Perfiles longitudinales del río y del valle.—Como se hizo para el Río Negro, también se han construido dos perfiles para el Colorado: uno siguiendo el eje desarrollado del río y, el otro, la dirección rectilínea del valle.

Para esta determinación han servido solamente siete puntos: cuatro correspondientes al F. C. del Neuquén, y tres deducidos por observaciones barométricas; no habiéndose podido obtener más puntos suficientemente aproximados con este medio, por falta de observaciones simultáneas en estaciones meteorológicas cercanas. Estos tres puntos son: la casa de Sanchez, el principio de la Angostura Grande y la cantera del F. C., arriba de Pichi Mahuida.

El perfil del río, como aparece en la Lámina I, puede considerarse dividido en tres partes.

1ª - Desde el mar hasta la estación Garay, por el largo de 279 kms.: la pendiente es continua, con un desnivel total de 94 metros, que corresponde á un promedio de 0.30 por kilómetro.

2ª - Desde la estación Garay hasta la Angostura Grande (trecho en el cual existen rápidos y pequeñas cascadas ocasionadas por las masas de roca que atraviesan el cauce), de 92 kms. de longitud; con un desnivel total de 71 metros, correspondiente á un promedio de 0,77 por kilómetro, pero muy desigualmente distribuido, pues, entre la Angostura Grande y el Fortín Uno, la pendiente por kilómetro alcanza á $1^{m},25$, y. arriba de Pichi Mahuida hasta la cantera, á 1,28.

3ª - Desde la Angostura Grande hasta la casa de Sánchez, de 200 kms. de longitud y desnivel total de 75 metros, disminuyendo otra vez la pendiente á 0.375 por km. En el perfil se ha indicado este trecho, con una línea recta, careciéndose de otros puntos intermedios.

En la primera parte, es decir desde la Estación Garay al mar, la pendiente se distribuye, en trechos de 50 kms., según el cuadro que sigue (pág. 141):



RÍO COLORADO: SALTO PICHI MAHUIDA

EJE DEL RÍO Y DE LA SIGUIENTE MANERA SEGÚN EL EJE DEL VALLE

Distancias desde la Est. Garay	Pendiente por km.		Distancias	Pendiente por km.
50	0.44	Desde la Est. Garay al puente del F. C.	41	0.49
100	0.42	Desde el puente del F. C. hasta la angostura de Corrales.	63	0.50
150	0.36			
200	0.30	Desde esta angostura al Fortín Mercedes.	71	0.40
250	0.28	Desde el Fortín Mercedes al mar.	52	0.29
270	0.20			

Confrontando este perfil con el del Río Negro por puntos que aproximadamente se encuentran frente uno á otro. se deduce el cuadro que sigue:

ALTURAS SOBRE LA MAR DEL				Diferencias
RIO COLORADO		RIO NEGRO		
	m		m	
Sánchez	240	Roca	230	10.—
Puesto Ruina	205	Chelforó	170	35.—
Estación Fortín 1°	145	Estación Choele-Choel.	120	25.—
« Río Colorado	74	Conesa	65	9.—

del cual resultaría que el valle del Río Colorado se encuentra algo más elevado que el del Río Negro, según puntos que se estiman corresponder aproximadamente.

§ 3° VALLE DEL RIO COLORADO: *(Su descripción detallada)*

Su división en cuatro Secciones: 1ª Secc., Valle Superior - 2ª Secc., Valle medio, á poco declive - 3ª Secc., Valle medio, en roca y con rápidos - 4ª Secc., Valle inferior.

División del valle en cuatro secciones: Siguiendo las indicaciones topográficas del valle, podemos considerarlo dividido todo él en cuatro secciones, que son;

1ª) *Valle superior:* desde la confluencia hasta la Casa de Piedras. Longitud, 270 kms.

2ª) *Valle medio (á poco declive)*: desde la Casa de Piedras hasta la entrada de la Angostura Grande. Longitud, 180 kms.

3ª) *Valle medio,(en roca y con rápidos)*: desde la Angostura Grande hasta la Estación Juan de Garay. Longitud, 85 kms.

4ª) *Valle inferior:* desde la Estación Garay hasta el mar. Longitud, 225 kms.

Valle supeiror, (Sección 1ª): Desde la confluencia á la Casa de Piedras. Longitud, 270 kms.

En los primeros 65 kms. de esta sección, el valle se conserva más ó menos estrecho, variando de uno á 4 kms. de barranca á barranca, hasta llegar á un punto llamado Las Bardas, donde se cierra completamente, abriéndose en seguida, pero continuando siempre estrecho, sin dar lugar á más campos aptos para la agricultura que algunos pequeños rincones de superficies inferiores á 200 hectáreas, debidos á las vueltas que hace el río en su curso. Recién á los 135 kms. de la confluencia, aparece un buen campo, ocupado durante varios años por un Sr. Hernández, de 1000 hectáreas de superficie. La barranca Sud se convierte aquí en una falda suave, de 10 kms. de largo, después de la cual se apróxima otra vez al río formando casi una pared, lo que se repite también en la otra margen.

À los 200 kms. de la confluencia, se abre el valle de nuevo formando campos de 500 á 600 hectáreas á cada lado del río, ambos aptos para la agricultura y en condiciones de riego relativamente fáciles. Es en este lugar que existe el establecimiento del Sr. Ríos, con cultivos de alfalfa, y donde el Sr. Martínez intentó la formación de una colonia, como se indicó en el parágrafo anterior.

Pero el campo de más importancia, en el alto Colorado; enpieza á los 210 kms., donde el meridiano 10° Oeste de Buenos Aires cruza el río. Este campo se extiende en una longitud de 50 kms., formado por buenos valles á ambos lados del río, de una superficie total cultivable de 50.000 hectáreas, de las cuales 35.000 se encuentran en la margen derecha, en el territorio del río Negro, y 15.000 en la izquierda, en el territorio de la Pampa Central. Estos terrenos tienen una pen-

diente suave desde las barrancas hacia el rio: su ancho varía de dos á diez kilómetros, y su superficie está cubierta de chilca en la parte más cercana al río, donde llegan las grandes crecientes, y con monte de sierra, como jarrilla, zampa, etc., en sus partes más altas. El pasto es allí sumamente escaso.

Es aquí donde el Sr. Cruz Atencio, ya nombrado, ha formado una pequeña quinta, regada por una acequia de que se habló en el parágrafo anterior.

Un poco aguas abajo, casi á continuación de este campo, sigue otro de 20 kilómetros de largo por 10 de ancho, donde el río toma una dirección clavada al Sud, hasta el punto llamado « Vuelta de los Sauces ».

El río tiene, á esta altura, algunas islas que, como los bordes mismos del río, están adornadas con fajas y montecitos de sauces.

Desde este punto aguas abajo y hasta llegar al término de esta sección, y donde sale el camino que conduce á Roca por la altiplanicie, el río hace una infinidad de vueltas y corre muy despacio.

En un trayecto de más de 50 kilómetros no hay valle utilizable, sino pocos terrenos bajos y salitrosos. Llama la atención la gran cantidad de yeso que contienen las dos barrancas del río. La extremidad inferior de esta sección dista 200 kilómetros de la Estación Fortín Uno, última, en este valle, del F. C. al Neuquén; mientras el campo más extenso, arriba mencionado, de una superficie cultivable de 50 mil hectáreas, dista en promedio, de la misma Estación, unos 300 kilómetros.

Parte media, á suave declive, (Sección 2ª): — Desde Casa de Piedras, hasta la entrada de la Angostura Grande. Longitud, 180 kilómetros.

Margen Norte — Como se ha indicado en la descripción general del valle, el río tiene una tendencia marcada á correr cerca de la barranca de esta margen, dejando, por consiguiente, muy limitadas extensiones de valle á este lado.

Desde el codo, muy pronunciado, de la Casa de Piedras el valle se estrecha entre barrancas altas de tosca dura y paredes casi á pique, del alto de 15^{m}, arriba de los cuales se extiende, en el territorio de la Pampa Central, un campo vas-

to y llano, de una á cuatro leguas de ancho, terminado por otra barranca en forma de falda suave, por la cual se sube á otra altiplanicie. Es este uno de los casos de desdoblamiento de la barranca alta en dos menores, de que ya se habló en el parágrafo anterior.

Una legua y media aguas abajo de la Casa de Piedras un cordón de arenisca muy dura llega hasta el río, y podría eventualmente utilizarse para toma de un canal, destinado al riego de la pampa alta ya descripta.

Desde la casa de Sánchez hasta la estancia Rojo, el río sigue cerca de la barranca Norte, dejando campos estrechos, que sólo en algunos puntos alcanzan á uno ó dos kilómetros de ancho, desembocando, algo arriba de esta estancia, un cañadón, proveniente del territorio de la Pampa Central, que, cerca del río, forma un campo llano, de unas 700 hectáreas de superficie. Desde la Punta de la Travesía situada un poco inferiormente á la estancia Rojo, hasta el puesto de Rincón, se suceden una serie de pequeñas rinconadas, separadas del pié de la barranca por zanjones salados; después, y hasta la esquina López, viene una serie de campos altos, de medio kilómetro de ancho, interrumpidos de trecho en trecho por puntas salientes de las barrancas que caen directamente al río. Frente á la esquina indicada, el ancho del campo alcanza dos y medio kilómetros, y poco después de la Angostura Arce se abre de nuevo hasta dos kilómetros, terminando en la Angostura Grande.

Margen Sud.—Aguas abajo de la casa de Sánchez, se encuentra, primeramente, una rinconada, como de un kilómetro de diámetro, baja, salitrosa y medanosa, siguiendo después otras más pequeñas, todas inservibles, hasta la estancia Rojo, donde la barranca con lomitas formadas por tosca dura y pedregullo, llega hasta el río mismo. En seguida la barranca se retira de nuevo hacia el Sud, dando lugar á un gran campo de 3 á 4 leguas de ancho.

Este campo es ondulado, guadaloso y á veces con pedregullo, con bajos muy salitrosos, especialmente al pié de las barrancas, hasta formar verdaderas salinas; cubierto en las partes más altas con arbustos de sierra. Puede considerarse como inservible para la agricultura; y en el mapa se halla in-

dicado con el nombre de «Salitroso». Un cordón de médanos, con largas interrupciones, sigue la orilla del río, por todo el el largo de este campo, y, en el lugar denominado el Rincón, el cauce del río se halla cortado por un cordón de arenisca de unos 15 metros de ancho que, en aguas bajas, deja una abertura de 10 metros, por la que pasa toda el agua del río, formando un pequeño salto. En este punto podría establecerse la toma para el riego del Rincón Grande y Rincón de Valdez, de que se hablará en seguida: sería, también, muy á propósito para la construcción de un puente.

Termina este campo en la Angostura de la Ruina ó Rincón Grande, donde las barrancas se aproximan al río, cayendo casi á pique sobre el estrecho campo que las separa en un trayecto de tres kilómetros. Después, vuelve á alejarse rápidamente, dando lugar á otra gran extensión de campo, de una á tres leguas de ancho, parecido al anterior, algo más parejo, y que se prolonga hasta la otra angostura situada aguas arriba del campo de Arce. También este último se considera poco apto para la agricultura; en el mapa se le designa, como al anterior, con el nombre de «Salitroso». Frente á la parte superior de este campo, el río dá vueltas, amplias y frecuentes, formando rinconadas de considerable extensión, algo más bajas (de uno á tres metros) que el campo mismo, pero mucho menos arenosas y salitrosas, cubiertas en gran parte de chilca, y con superficie total regable de unas mil hectáreas.

La primera de estas rinconadas es llamada «El Rincón Grande»: tiene de dos á tres metros de altura sobre el nivel ordinario del río, siendo inundable una décima parte de su superficie en las crecientes ordinarias. En medio del rincón, se nota una pequeña loma de médanos, y cordones cortos en las orillas del río. Sigue á ésta, otra rinconada casi igual, llamada de Valdez, y, en medio de las dos, pero en la otra banda, se forma la rinconada de la «Bolsa» de unas 60 hectáreas.

El Rincón Grande y la Rinconada de Valdez tienen un largo, en el sentido del valle, de 5 kms. y una anchura de 2,5 kms. Terminado el campo descripto, la barranca Sud se acerca de nuevo al río por un corto trecho, alejándose por tercera vez para dar lugar á otro campo de menor extensión que los anteriores, pero más alto (5 mts.) sobre el valle, más llano, menos

arenoso y salitroso. Este campo toma el nombre de Arce, su forma es la de un semicírculo de una legua de radio, y no es sinó el fondo de una gran cañada que, bajando del S. O., desemboca en el valle. En el centro de este semicírculo, y á proximidad del río, se levanta una loma de roca viva y dura, de ocho metros de altura, que cubre una superficie de dos hectáreas. La parte cultivable de este campo puede valuarse en dos mil hectáreas.

Concluido el campo de Arce, la barranca se aproxima nuevamente al río y prosigue así hasta la Angostura Grande, término de esta sección, dejando á su pié fajas irregulares de campo desparejo y medanoso, cuya mayor anchura llega apenas á un kilómetro.

Valle medio, en roca y con rápidos, (Sección 3ª): desde la Angostura Grande, hasta la Estación Juan de Garay. Longitud, 85 kms.

Esta sección se caracteriza por su formación rocosa y sus rápidos; ella presenta, en efecto, una serie de angosturas abiertas en la roca dura, entre las cuales el río se precipita formando fuertes rápidos y pequeñas cascadas; entre una y otra angostura hay extensos campos llanos, con trechos de río de más suave pendiente. En esta sección y en la siguiente, los campos mejoran sensiblemente, resultando mucho menos salitrosos que los superiores.

Precisamente en la Angostura Grande, empieza el primer rápido, del largo de 16 kms., con un desnivel total de 20 ms. hasta la esquina del Fortín Uno. En este punto, y sobre la margen Sud, se abre un campo lindísimo de 4 kms. de largo por dos de ancho, con superficie cultivable de 500 hectáreas; perfectamente llano, alto, de buena tierra, sin salitre y cubierto de arbustos de sierra, Tiene suave pendiente hacia el río, al que cae con una barranca de dos á tres metros, no siendo sujeto á las inundaciones.

Sigue á este campo, otra estrechura formada por una loma redonda, que se avanza hacia el río, costeándolo, y sobre la cual se extiende un campo ancho y abierto.

Pasada la loma, se abre otra vez el valle, por un largo de 16 kms. y un ancho que llega hasta cinco, y con una superficie regable de 6000 hectáreas; en medio de este llano cruza el ferrocarril al Neuquén.

Sucede á ese campo otra estrechura, que tiene, en la primera parte, una angosta faja de tierra cerca de las orillas del río, prosiguiendo después completamente cerrada hasta muy cerca de la Estación de Pichi-Mahuida, frente á la cual se abre un campo de 7 kms. de largo por dos de ancho máximo.

Luego, sigue el valle muy estrecho, hasta aproximarse á la Estación Juan de Garay, terminando en el Salto de Piedras con un gran rápido sobre base de granito. Este lugar se presta muy bien para establecer la toma de un canal destinado á regar el valle inferior.

En la margen Norte de esta sección, las barrancas bajan en general hacia el río, con pendientes fuertes, dejando muy poca extensión de campo apto para el cultivo. Puede notarse uno frente á la esquina Fortín Uno, en forma de triángulo, con cinco kilómetros de base y dos de altura; y otro, próximo al Salto de Piedras, muy estrecho, dicho de Sanchez, que se extiende hasta el Despeñadero, después de la Balsa de Juan de Garay.

Aguas arriba de la Estación Pichi-Mahuida, á unos cinco kilómetros, desemboca en el Colorado su único afluente, el Curacó, que, proveniente de la laguna de Urre-Lauquén, recoje todos los desagües de las provincias de Mendoza y San Juan. Lleva, no obstante, muy poca agua y solamente después de estaciones muy lluviosas, pudiendo, por consiguiente, considerarse como nula su influencia en el régimen del río.

Valle inferior. (Sección 4ª) — Desde Juan de Garay hasta el mar. Longitud, 225 kms.

Es esta, indudablemente, la parte más importante del valle del río Colorado por la extensión y clase de sus terrenos, susceptibles de cultivo, así como por la facilidad que presentan en ella las vías de comunicación. Para mayor claridad, se tratará separadamente de las dos márgenes, Sud y Norte.

Margen Sud. — Una primera zona, del largo de 67 kms. y de un ancho variable entre tres kms. y varias leguas, se extiende desde la Estación Juan de Garay hasta la angostura existente frente al Pueblo Nuevo. Como casi siempre, el campo puede considerarse subdividido, naturalmente, en dos partes: la inferior, de reciente formación, con rinconadas de terrenos bajos y un poco salitrosos, algo zanjeadas, cubiertas de chilcales y con cañadas inundables durante las crecientes; y, la más

alta, de varias leguas de ancho, separada de la inferior por una falda suave ó plano inclinado en que se transforma la barranca, precisamente como sucede en el Río Negro detrás de la isla de Choele-Choel. Tanto la falda como la pampa superior son de excelentes terrenos, parejos, salvo algunas ondulaciones cortadas por cañadones anchos y poco profundos que vienen del Sud, separados por lomadas chatas en parte, coronadas de pequeñas líneas de médanos. Hay en ellas arbustos muy bajos y muy fáciles de cortar. La parte fácilmente regable de esta zona, toda ella favorecida por el ferrocarril al Neuquén, no puede valuarse en menos de 25 mil hectáreas.

En la parte inferior de esta zona, la barranca vuelve á tomar su talud empinado, aproximándose nuevamente al río, con una altura de 10 á 15 metros, formando otra estrechura frente al Pueblo Nuevo.

Sigue, luego, una segunda zona que corre de dicha angostura á la inmediata de Corrales, por el largo de 35 kms. y un ancho que llega hasta 3 kms.

La naturaleza del campo es aproximadamente como la anterior, notándose una mejora paulatina en la vegetación de pastos tiernos, debido, probablemente, al aumento de las lluvias. La parte baja contiene rinconadas de considerable extensión, quebradas por zanjones. El campo alto de la orilla Sud está formado por una loma redonda y ancha, que separa el valle del Salitral Grande, y de un cañadón que cae al río arriba de la Angostura de Corrales. La parte fácilmente regable de esta zona puede estimarse en 10,000 hectáreas.

Termina el valle, del lado Sud, con una última zona de 123 kms. de largo y de ancho muy variable.

Las faldas de las barrancas en toda esta zona, se retiran definitivamente del río, y el campo que forma el fondo del valle se extiende sin interrupción hasta el mar, con diferentes anchuras, que pueden estimarse de 7 á 8 kms. en Elmira, de 3 kms. en Bastes y Degratte, y que, más abajo, ya no tiene límites, por cuanto la barranca Sud se extingue en lomadas lejanas y bajas.

La parte baja se inunda en parte, como lo señalan las grandes extensiones cubiertas de chilca, y la restante consiste en espléndidos prados naturales de pasto tierno.

Frente á la estancia Bastes ó Paso de Alsina, una faja de

médanos sigue la orilla del río, y detrás de ellos se extiende el campo, cruzado por zanjones muy hondos que se llenan de agua durante las crecientes, pero sin que ésta llegue á la superficie del terreno sino en limitadas zonas (cerca de $^1/_{10}$).

Después de la estancia indicada, aumentan los médanos y los zanjones que los rodean. Más abajo, en el punto denominado Media Luna, el río se divide en brazos, formando grandes rinconadas é islitas bajas de uno á dos kilómetros de ancho, encerradas entre lomitas que son la continuación de las barrancas. En este punto, las últimas crecientes más altas apenas alcanzaron un metro.

Inferiormente, se extienden los campos llanos, sin límites, con declive hacia el Naciente. También en este lugar, el río ocupa la parte más elevada, formándose lateralmente á él anchas depresiones que se inundan en aguas altas, dando lugar á extensas lagunas.

Sobre los terrenos elevados, que dividen estas depresiones ó lagunas del cauce del río, corren arroyos, que el señor Ingeniero Estrella estudia actualmente por cuenta de los Sres. Luro, para utilizarlos como canales de riego; siendo, entre ellos, más importantes, el canal Fortín Viejo y el canal del Banco. Todas estas depresiones ó lagunas tienen sus desagües naturales en el río inferior ó en el mar. Las grandes lagunas, al Sud del Fortín Mercedes, que reciben el agua de una zanja que se separa del río 30 kilómetros aguas arriba, en el Rincón Espuela, desaguan, en parte, en el canal Fortín Viejo y, en parte, en el mar. Las extensiones de los campos regables de esta zona pueden considerarse, prácticamente, como ilimitadas, y no inferiores, por cierto, á cien mil hectáreas.

Margen Norte. — Como en su parte superior, el río sigue siempre próximo á las barrancas del Norte, dejando de este lado pocos campos cultivables, con excepción de las zonas más cercanas al mar, desde el Paso de Alsina adelante.

Desde la Estación Juan de Garay hasta el paso mencionado, por una longitud de 136 kilómetros, la barranca corre por largos trechos, más continua é inmediata al río, en roca bastante firme, de fuerte inclinación, formándose en algunas partes verdaderos despeñaderos. Interrumpidos por éstos, se sucede una serie de campos de diferente longitud y ancho que

dificilmente supera á dos kilómetros, representando los últimos tres las desembocaduras en el río de otros tantos cañadones que bajan del Este.

Desde el Paso de Alsina, á 90 kilómetros del mar, la barranca Norte, como la del Sud, empieza á bajar, alejándose del río, dando así lugar á extensos campos parejos y fértiles, de superficie no inferior á 80 mil hectáreas.

Al aproximarse al mar, el río se divide en dos brazos, formando entre ellos una isla, de óptimos terrenos, de forma triangular y baja, especialmente en la zona más cercana al Océano, cuya superficie es de 23 mil hectáreas.

§ 4° Conclusiones

De las cifras expuestas en los parágrafos anteriores, resulta, para todo el valle del Río Colorado, las siguientes áreas de terrenos aptos para el cultivo:

Confluencia del Río Grande con el Barrancas		600 Hectáreas
Río Colorado. — 1ª Sección		
Campo Hernández	1000 Hectáreas	
Campo Ríos	600 »	
Campos en el meridiano 10°.	50.000 »	
Total. . . .	51.600 Hectáreas	51.600 »
2ª Sección: Estación Rojo . .	700 Hectáreas	
Rincón Grande, Valdez, etc.	1000 »	
Campo de Arce	2000 »	
Total. . . .	3700 Hectáreas	3700 »
3ª Sección: Esq. Fortín Uno.	500 Hectáreas	
Est. Fortín Uno aguas abajo	6000 »	
Estación Juan de Garay aguas abajo	25.000 »	
Entre Pueblo Nuevo y Corrales	6000 »	
Total. . . .	37.500 Hectáreas	37.500 »
4ª Sección. Margen Sud. . . .	100.000 »	
» Norte. . .	80.000 »	
Total. . . .	180.000 Hectáreas	180.000 »
Rincones varios		1600 »
Total general		275.000 Hectáreas

TERCERA PARTE

Irrigación

CAPÍTULO X

PRINCIPIOS GENERALES DE LA IRRIGACIÓN

§ 1° Premisas

Este trabajo no es, ni debe ser un tratado sobre la irrigación; y, por lo tanto, habríamos podido entrar directamente en materia, dando por conocido todo lo que á ella se refiere.

Sin embargo, estimamos conveniente que al estudio práctico de la cuestión, preceda una breve exposición de los principios generales en que ésta se funda, á fin de evitarnos largas é incómodas digresiones en los capítulos siguientes; así como tam-

bién, anticipar algunas consideraciones de otro orden, que permitirán desde luego colocar la cuestión misma en su justo lugar, contra las opiniones erróneas ó exageradas que, por lo general, corren tanto en favor como en contra del valor práctico de la irrigación.

Para unos el riego es la panacea universal; y no será exagerado afirmar, que no hay rincón de la República, por más desamparado, que no haya sido transformado retóricamente por alguien en un Jardín de Armida, sin que el opinante se haya preocupado gran cosa de sí las circunstancias naturales lo permitían; ó, á lo menos, en qué límite.

Para otros, en cambio, el riego es poco más que un juguete, bueno á lo sumo para entretener una huerta ó un jardín, pero indigno de preocupar la atención de los grandes propietarios é inaplicable al cultivo en grande escala.

Otro error, bastante común, es la creencia que el riego no sirve sino para suministrar la humedad necesaria al desarrollo de la vegetación en las regiones donde falta ó escasea la lluvia; mientras, como se verá luego, además de llenar esa necesidad, su aplicación proporciona beneficios de otra naturaleza, muy numerosos y no menos importantes.

Entre opiniones tan contradictorias, la verdad es que el riego es la base en que reposan los mayores adelantos de la industria agrícola; que es aplicable lo mismo en pequeña que en grande escala, pero exige, también, la reunión de circunstancias naturales favorables no siempre fácil de encontrarlas reunidas, además de grandes capitales, espíritu de asociación, mucha previsión y, más que todo, la lenta y no siempre sustituible acción del tiempo.

Las regiones más prósperas y ricas de la tierra han sido, y siguen siendo, las que han adoptado el riego como base de sus cultivos, sea por necesidad, sea preconcebidamente con otros fines. El Egipto, vastas regiones de la China y de la India, el Piamonte y la Lombardía, así como, últimamente, la California, en Norte-América, son los ejèmplos más vivos y palpables de tal verdad.

El Egipto, el codiciado Egipto, no tiene más de dos millones de hectáreas cultivadas con riego; sin embargo, sostiene 6.800.000 habitantes, es decir, tres y medio habitantes por hec-

tárea cultivada, y su renta pública asciende á 250 millones de francos por año.

La Lombardía, formada de ripiales estériles y lagunas, ha sido, y continuaría siendo hoy una, de las regiones más pobres del mundo sin el riego que la ha redimido y transformado en la «fértil» Lombardía. (1) La California no debe su riqueza verdadera y estable á sus ricas minas de oro, sino á los canales construidos para los lavaderos del precioso metal y aplicados luego al riego de las tierras. Sin salir de la República, puede citarse como ejemplo á las provincias de Mendoza, San Juan y Tucumán, que deben toda su relativa prosperidad á las pocas decenas de miles de hectáreas que pueden cultivar con sus escasos ríos.

Las condiciones naturales indispensables para aplicar convenientemente el riego en vasta escala, son: ríos poderosos y perennes; grandes extensiones de tierras fértiles y parejas; un clima templado y vías fáciles de comunicación.

Además de estas condiciones naturales, es necesario el concurso de importantes capitales, tanto para la ejecución de las grandes obras fundamentales, cuanto para la de las complementarias y accesorias.

Pero todo ésto no sería aun suficiente para conseguir un resultado definitivo satisfactorio. si no se contase con prolijos estudios preliminares, mejor ejecución de las obras, y con una conservación permanente y previsora de las mismas. El ejercicio del riego en grande escala es cosa sumamente delicada, llena de dificultades y susceptible de graves y grandes errores, exigiendo por lo tanto una organización perfecta y una dirección enérgica, unida á la buena voluntad y espíritu de disciplina de los mismos interesados.

Por lo demás, es ley providencial que la humanidad no debe conseguir su bienestar seguro sino á precio de un trabajo constante y previsor, y que sólo con la lucha continua y la vigilancia permanente pueden formarse los caracteres fuertes y prudentes.

---

(1) Gasparin en su «Diario de Agricultura Práctica» tomo V, pag. 433, dice: «Le Milanais n'est qu'un sol de gravier formé par la débâcle des courants des Alpes; sa brillante parure est une robe d'emprunt. Naturellement infertile, avant que l'industrie humaine l'eût métamorphosé, c'était une lande.»

§ 2º Objetos y ventajas de la irrigación

Los fines que con el riego se persiguen y que se consiguen á veces aislados, y reunidos en la mayor parte de los casos, son los siguientes:

a) Suministrar al suelo la humedad necesaria para el desarrollo de la vida vegetativa, donde faltan ó son insuficientes las lluvias;

b) Disolver las materias orgánicas y minerales que se encuentran en el suelo ó se coloquen artificialmente en su superficie, y llevarlas continuamente al contacto con las raíces de los vegetales para que ellas puedan absorberlas y asimilarlas más fácilmente y en mayor cantidad, provocándose así una supernutrición de las plantas y, con esto, mejor calidad y mayor cantidad de productos;

c) Precaver á la industria agrícola de los perjuicios ocasionados por las grandes sequías periódicas, de las cuales, en mayor ó menor proporción, ninguna región se halla exenta;

d) Fijar en el terreno, con provecho para la nutrición de las plantas, las materias orgánicas ó minerales que se encuentran siempre, en suspensión ó en solución, en las aguas de los ríos y de algunas vertientes;

e) Servir como moderador de la temperatura en las estaciones de invierno y verano, de modo que la capa superficial del terreno conserve un grado de calor mayor ó menor que el del aire ambiente, cuando así convenga á la vida de las especies que se cultiven; como también para reducir á mayor proporción las fuertes oscilaciones de temperatura que se verifican, en los climas llamados extremos, entre ciertas horas del día y de la noche, las que son tan perjudiciales á las plantas como á los animales.

Pero además de los fines principales del riego, que acabamos de enumerar, conviene tener presente ciertas ventajas accesorias que con él pueden obtenerse; entre otras, las siguientes:

Cultivo de un mucho mayor número de productos, por cuanto se puede sembrar en cualquier época del año, sin esperar que las lluvias lo permitan;

Producción más abundante, pues el agua se suministra precisamente cuando más la precisa la vegetación;

En climas secos, permite aprovechar de la acción del sol por períodos más largos y más intensamente que en los climas lluviosos y nublados;

Es posible conservar la tierra en continua vegetación, turnando convenientemente sembrados que exigen una estadía más ó menos larga en el suelo y una temperatura más ó menos elevada;

Las modificaciones que las sustancias orgánicas ó minerales deben experimentar, para que resulten asimilables por las plantas, se efectúan por la acción del oxígeno, y resultarán, en consecuencia, más fáciles y rápidas cuando este agente pueda penetrar más abundantemente en el subsuelo, disuelto ó arrastrado por su adhesión á las aguas de riego.

Sobre el primero y más importante objeto de la irrigación, hay poco que agregar. En estado líquido, el agua es el principal elemento de vida, desapareciendo ésta por completo cuando falta aquella.

La función del agua en la vida vegetativa es doble: circula por los vasos de las plantas para llevar á cada célula los elementos de nutrición y repara las pérdidas provenientes de la traspiración que se efectúa incesantemente en la superficie de las hojas. Esta pérdida representa el mínimo de agua estrictamente necesaria para la vegetación; es bastante considerable, y si no la suministra la lluvia es imprescindible la provea el riego.

Pero el agua es igualmente indispensable á la nutrición de las plantas, circulando en la capa superficial del suelo. Es sabido cómo esa nutrición se efectúa por las pequeñas raíces que absorben por osmosis las materias asimilables que se encuentran en su contacto. Por lo tanto, la función del agua es precisamente la de disolver las materias fertilizantes contenidas en la tierra y llevarlas al contacto de las raíces para que la planta pueda nutrirse continua y abundantemente. Se comprende cómo el volumen consumido en esta forma puede resultar muy superior al que exige estrictamente la vida interior de la planta, y cómo puede ser también útil el riego allí donde no falta en el terreno la humedad suficiente á aquella.

En este caso, el riego no responde á una verdadera necesidad, sinó que es una práctica agrícola de cultivo intensivo, efectuada con el auxilio del agua, y que puede ser más ó menos conveniente según las circunstancias.

La irrigación que se efectúa en la Alta Italia, en Francia, Alemania, Inglaterra, y hasta en los mismos Alpes, responde casi únicamente á este objeto, y es condición esencial para el cultivo de los prados artificiales, pues no habría otro medio de hacer penetrar en el subsuelo el abundante abono que ellos requieren, el que no puede suministrárseles de otro modo sino extendiéndolo superficialmente.

Una diferencia capital, que caracteriza á la agricultura con relación á las demás industrias, es la condición aleatoria y los peligros mucho mayores á que aquella se halla expuesta.

Los mayores perjuicios para ella provienen de las grandes sequías que se producen en todos los países durante períodos más ó menos largos. Las pérdidas de un año de verdadera sequía son enormes, pués no se reducen á las cosechas mismas, sino que á esto debe agregarse la desaparición del capital representado por las haciendas y por las plantaciones. Cuando estos fenómenos meteorológicos se repiten con alguna frecuencia, los gastos que importa el riego pueden considerarse como un verdadero seguro contra las pérdidas consiguientes.

Si el riego se efectúa en un país seco donde no pueden perjudicar las lluvias demasiado abundantes, entonces, la producción agrícola, puesta al abrigo de sus dos grandes enemigos, el exceso y el defecto de lluvia, adquiere los caracteres de una verdadera industria, segura y estable, que nunca podrán alcanzar los terrenos á cultivo natural, aún en las mejores condiciones de clima.

La fortuna de los viticultores de Mendoza y San Juan se debe, más que todo, principalmente á esta seguridad de una cosecha casi constante, año tras año, por la cantidad y calidad de sus productos.

La elevada producción de los terrenos de regadío agota bien pronto las más ricas tierras, especialmente si sus productos salen bajo forma de materias primas, tales como: cereales, fibras textiles, semillas oleaginosas, forrages, etc. De ahí la necesidad de restituirles las sustancias extraidas, con

abonos naturales ó artificiales, ó por otros medios que indica la ciencia agrícola.

Estos medios son muy costosos, y exigen que los productos tengan un gran valor para poder compensar gastos de esta naturaleza.

En determinadas circunstancias, el riego puede también suplir, en parte ó en su totalidad, á tal imperiosa necesidad, llevando él mismo sobre los campos los materiales reparadores. Es sabido que las aguas de los ríos conducen, en solución ó en suspensión, sales minerales y productos de origen orgánico; y que también las aguas de vertientes tienen, algunas veces en abundancia, de las primeras. Pues bién, la experiencia ha demostrado que muy pocas de estas materias, al atravesar una capa de tierra, escapan á la acción de ésta, que funciona ya como filtro, ya como sustancia asimiladora, ó á la de las plantas cuyas raices absorben, al poner las aguas en su contacto, los materiales asimilables que llevan en solución.

De aquí que de tiempo inmemorial se haya generalizado la práctica de desparramar en abundancia tales aguas sobre los campos, para enriquecerlos con las materias conducidas por ellas. El Egipto es el ejemplo clásico de la eterna fertilidad de la tierra obtenida por este medio, pues su suelo es bonificado anualmente con los légamos que le llevan las aguas del Nilo; y aquí, en la República Argentina, tenemos el ejemplo de las provincias de Mendoza y San Juan que, por una razón semejante, pueden cultivar desde hace más de un siglo los mismos terrenos, sin necesidad de abonos artificiales.

En las montañas de Suiza, Italia y Francia, es muy común el aprovechamiento del agua de las vertientes, cargada de sales útiles, en generalidad de potasa, para el riego de hermosos prados.

Naturalmente, en los casos en que se quiere aprovechar las aguas para el abono de los campos, se modifican en consecuencia las prácticas del riego, procediéndose entonces á cubrir el terreno con la mayor cantidad de agua posible, compatible con las necesidades de la vegetación.

Cuando las circunstancias lo permiten, se usan también, con provecho, las aguas turbias de los rios para enmendar la naturaleza física de las tierras demasiado compactas ó fuertes

ó demasiado sueltas, inundándolas, en el primer caso, con aguas cargadas de arena y con aguas que contengan arcilla en el segundo.

El último de los grandes beneficios que pueden obtenerse por medio del riego es, como lo hemos dicho, el uso del agua como regulador de la temperatura.

En general, se usa este medio para aumentar el grado de calor del subsuelo durante el invierno, pero también suele echarse mano de él en verano, durante ciertas horas de la canícula, para obtener el efecto contrario; ó bien, en otras palabras, para que la tierra adquiera una temperatura media más uniforme entre los días y las noches. En el primer caso, el riego toma el nombre de *riego hiemal* y no se usa sino en los paises fríos.

Es sabido que la vegetación se paraliza y que las plantas entran en un período de letargo cuando la temperatura baja de un cierto límite, que varía según la especie de aquellas. Si en tales circunstancias se cubre el terreno con un delgado velo de aguas corrientes, cuya temperatura sea mayor que el límite indicado, éstas le ceden parte de su propio calor y la vegetación entra de nuevo en plena actividad. Sobre este principio descansa la explotación de los célebres potreros hiemales de Italia (Marcite), siempre verdes y siempre en activa vegetación, tanto en verano como en invierno, y con temperaturas que oscilan entre $+ 38^{o}$ y $- 10^{o}$; los que dan siete y ocho cortes al año, y un producto de 100 toneladas de pasto verde por hectárea. Para obtener este resultado se requieren grandes volúmenes de agua, unas veinte veces más de la que se emplea en el riego ordinario, y ésta, de temperatura elevada.

Las mejores aguas son las de vertientes ó las del subsuelo, que salen á 11° y 12°; vienen luego las de los lagos.

La naturaleza de este trabajo no permite entrar en mayores detalles sobre tan interesante práctica del riego, que podría tener muy vasta aplicación en los terrenos cuyo estudio ha dado lugar á esta memoria, y que será aplicada, sin duda alguna, dentro de más ó menos tiempo, cuando así lo permitan las circunstancias económicas. En otro capítulo se dirá como, con un sencillo artificio, sería posible conseguir, es-

pecialmente en el valle del Río Negro, grandes volúmenes de agua templada durante el mismo invierno.

Cada uno de los objetos señalados del riego puede importar tales beneficios, que hay ejemplos de la ejecución de canales y obras completas para alcanzar tan solo algunos de ellos. No obstante, es evidente que una obra de esta índole será tanto más provechosa cuanto más completa sea su utilización; que, por lo tanto, resultará un beneficio máximo en las regiones más áridas, pués, en éstas, los terrenos favorecidos no tendrán ningún valor originario, y los cultivos estarán al abrigo de todo exceso de lluvia.

§ 3° Distintas formas en que puede efectuarse el riego

El agua puede distribuirse sobre la superficie de la tierra ó en el subsuelo, en las varias formas siguientes:

a) Por aspersión: cuando el agua se distribuye en forma de lluvia, por medio de aparatos especiales;

b) Por infiltración: cuando el agua penetra en el suelo conducida por caños subterráneos ó acequias abiertas y muy hondas;

c) Por desborde: cuando el agua, saliendo por sobre el borde de una hijuela de riego, se desparrama por el campo y lo cruza lentamente de uno á otro lado, siguiendo la pendiente del terreno;

d) Por sumersión: cuando la superficie del terreno se cubre con una capa de agua de poco espesor, sea ella estancada ó continuamente renovada;

e) Por inundación: cuando, con el concurso de grandes masas de agua, se cubren rápidamente vastas extensiones de tierra con una altura más bien considerable.

La primera forma de riego es, por cierto, la más perfecta, por cuanto se sustituye á la lluvia en todos sus benéficos efectos, pero su costo elevado hace que sólo se use para cultivos de lujo ó de alto valor comercial.

La segunda tiene ya su valor industrial donde el agua es extraordinariamente escasa, pues reduce su consumo á un mínimo. Ella se usa en grande escala en California, para el cultivo de árboles frutales, colocando caños á cierta profundidad entre dos hileras de aquellos, con ramales laterales que

conducen el agua hasta la raíz de cada planta; ó bien, excavando acequias, estrechas y hondas, que, llenadas de agua, permiten que ésta llegue á las plantas por imbibición lateral.

El tercer sistema es el más difundido, y es al que se aplica más propiamente el nombre de riego. Se subdivide en «riego por surcos» y «riego á potrero». El primero se usa cuando las plantas están dispuestas en hileras, dejando una lonja ó zona intermedia, como las viñas, la caña de azúcar, los árboles frutales, muchas legumbres y también el maíz y el trigo cuando se cultivan en esta forma. En medio de la zona desocupada se abre, con el arado ó azadón, un surco que sirve para dar paso al agua desde la cabecera del cuartel hasta su término, mojando también, por capilaridad, las zonas laterales. Tal método tiene la ventaja de no exigir que los terrenos sean muy parejos y resulta económico por la menor mano de obra necesaria para efectuar el riego, debido á que el agua, guiada por los surcos, no puede salirse de ellos sino con cierta dificultad.

El «riego á potrero», como su nombre lo indica, se usa principalmente para esta clase de cultivo, que no permitiendo la formación de surcos, obliga á cubrir toda la superficie á regarse por un velo uniforme de agua corriente. Como es fácil comprender, no es cosa sencilla conseguir este resultado en buenas condiciones; y se han adoptado en los distintos países, según la naturaleza, inclinación y forma de los terrenos, una multitud de métodos y artificios que no es el caso de describir aquí.

El «riego por sumersión» se efectúa dividiendo el terreno en pequeños estanques circundados por caballetes de 0^m30 á 0^m40 de alto, cuyo recinto se cubre con una capa de agua de unos 10 á 20 centímetros de espesor ó más, cuando el terreno es algo desparejo. Esta forma se usa cuando el volumen continuo de agua de que se dispone es muy limitado, ó cuando se quiere aprovechar bien las materias que aquella trae en suspensión; pero es poco recomendable, porque priva al terreno de la aereación necesaria á la vida de las plantas, y porque no se puede aplicar en el verano sino de noche ó muy rápidamente á fin de evitar que el agua estancada se caliente y, como se dice vulgarmente, arda la vegetación. Se aplica solamente, y en grande escala, en el cultivo del arroz, pero á

condición de que los terrenos sean perfectamente horizontales y que el agua se renueve continuamente con cierta abundancia.

El «riego por inundación» se divide en natural y artificial. El riego natural se efectúa en los valles de los ríos sujetos á grandes crecientes periódicas, durante las cuales éstas inundan parte de los valles. En este caso, la ventaja consiste en que la operación del riego no cuesta nada; y en que los limos depositados abonan y fertilizan el terreno sin ningun gasto. Sus inconvenientes principales son: la inseguridad respecto de la época en que se producen las crecientes y de la magnitud y extensión de la inundación; así como el peligro de que ella se efectúe en verano, en cuyo caso ocurre generalmente la pérdida de todas las cosechas.

El Egipto ha sido siempre la tierra clásica del riego por inundación; sin embargo, los mismos fenómenos, aunque en menor escala y con menos regularidad, se producen también en los valles de otros ríos, en todas las regiones. En este mismo país, las últimas espansiones de las crecientes anuales del Río Dulce, en Santiago del Estero, y de los ríos Mendoza y San Juan, en estas provincias, hacen que, al retirarse las aguas, puedan cultivarse extensas zonas de rico terreno.

Como se indicó anteriormente, las dificultades que se oponen á la utilización de esta forma de riego natural, tan económica y cómoda, son las condiciones aleatorias inherentes á un fenómeno tan variable en cuanto á las épocas de su producción, á su extensión y á su duración.

Si en Egipto ha podido utilizarse en grande escala este medio de riego, ello es debido á la circunstancia excepcionalísima de ser el régimen del Nilo de una constancia y periodicidad verdaderamente milagrosas.

Cada año, debido á causas especiales que han sido un misterio hasta estos últimos tiempos [1] el Nilo empieza á crecer, ó *repuntar* como dirían en el valle del Río Negro, en cierta época ó, más exactamente, en cierto día del año (el 10 de Ju-

---

(1) Estas causas se resumen: en la extensión de la cuenca tributaria de 3.350.000 kms.²; en la periodicidad de las lluvias tropicales que la alimentan; en el número y extensión de los lagos que moderan y regularizan su curso, de los cuales sólo el Victoria cubre una superficie de 66.500 kms.², y, por fin, en la extensión de su curso, de más de seis mil kilómetros, del que la última parte cruza regiones absolutamente áridas careciendo, por consiguiente, de nuevos afluentes que podrían alterar su marcha majestuosa.

nio, aproximadamente) ascendiendo después, sin interrupción, hasta su altura máxima que varía entre 5.50 y 8.00 metros entre mediados de Septiembre y mediados de Octubre, á fin de cuyo mes se inicia de nuevo la bajante que termina á fin de Diciembre. Y esto invariablemente todos los años, desde tiempo inmemorial. (1)

Se comprende fácilmente, por lo tanto, cómo en tales circunstancias haya sido posible, en el curso de los siglos, plantear allí todo un sistema de agricultura, modelado y adaptado á las condiciones especialísimas pero estables de esa región. Sin embargo, también allí se verifican, en el intérvalo de largos períodos, circunstancias meteorológicas extraordinarias, debido á las cuales se adelantan ó se atrasan las épocas iniciales de las crecientes, ó éstas alcanzan alturas mayores ó menores que las ordinarias; es entonces cuando sobrevienen años calamitosos para ese país; y las bíblicas carestías del Egipto representan los perjuicios ocasionados por una mera alteración en el régimen del río.

De aquí que sus habitantes aprendieron muy pronto que no era prudente confiar demasiado en la fidelidad del río misterioso, y las gigantescas obras, que hace miles de años se principiaron á construir, tienen por objeto único regularizar estas inundaciones, haciendo depender, en lo posible, de la voluntad humana y no de los caprichos de la naturaleza, las épocas de entrada y salida de las aguas de aquellas, la duración de la inmersión y la altura de la misma.

Así ha surgido el riego por inundación artificial, el cual consiste, en su más sencilla expresión, en dividir la superficie del valle en una serie de grandes estanques separados entre sí, y defendidos de las crecientes del río por una serie de terraplenes, aquellos normales al curso del mismo y, éstos, paralelos á él.

Grandes aberturas, provistas de compuertas de una forma muy sencilla, ponen en comunicación al primero y al último estanque con el río, y á los intermedios entre sí.

Se comprende fácilmente cómo, por medio de tal sistema,

(1) D'Amrou-Ben—El-Ass rindiendo cuenta de la nueva conquista del Egipto al Califa Omar en su lenguaje pintoresco, decía: «que el momento de la creciente y de la bajante de las aguas del Nilo es tan regular como el curso del sol y de la luna».

se puede regular la submersión del valle según la conveniencia de la agricultura, sin esperar que la produzca el río espontáneamente con sus inundaciones periódicas, siempre sujetas, en cuanto á la época de su producción, magnitud y duración, á las circunstancias especiales de cada año. En este caso, las obras construidas representan más bien un seguro contra las vicisitudes meteorológicas que un factor indispenable del riego, por cuanto éste se verificaría igualmente con ó sin ellas, aunque de un modo menos perfecto.

No hemos de insistir aquí sobre este particular, pues hemos de volver á ocuparnos más detenidamente de él más adelante, por cuanto es posible que él pueda aplicarse con ventaja en gran parte del Río Negro.

§ 4º Cantidad de agua necesaria para el riego

Es ésta, puede decirse, la cuestión más difícil á tratarse y más complicada de la materia, tan numerosas y variables en su valor, son las causas que influyen en ella. Generalizar en este asunto importa incurrir en un error seguro, que puede variar en la proporción de uno á cinco sin salir de los casos ordinarios. Sólo un análisis minucioso de esas causas y de sus distintos valores puede suministrar la luz necesaria para esclarecer esta cuestión, que tan directamente afecta la economía general de cualquier obra de esta naturaleza.

Es posible conseguir una primera división considerando por separado:

El uso al cual se entiende destinado el riego; las circunstancias exteriores en que se efectúa; el método ó forma con que se estima ó valúa el consumo.

Si el agua debe servir únicamente para suministrar al suelo la humedad necesaria á la vegetación, el consumo es bastante bien determinado y limitado; pero si se quiere que á más de llenar tal necesidad, sirva también para proporcionar á la vegetación misma una alimentación abundante, como lo requieren los potreros artificiales, entonces el consumo aumenta y la cantidad de agua empleada puede variar entre límites más extensos, Si el agua se emplea para cualquiera de los otros usos mencionados, por ejemplo, para abonar terrenos ó corregirlos, lavarlos del salitre, ó como moderador de tempe-

ratura, entonces la indeterminación aumenta considerablemente, y casi puede decirse que la cantidad de agua á emplearse útilmente en estos casos ya no tiene límite. El objeto de estos estudios limita la cuestión á los dos primeros casos, dejándola así circunscripta dentro de límites más precisos.

Las causas exteriores que influyen sobre el consumo del agua son, en primer lugar: el clima, la permeabilidad de los terrenos considerada juntamente con el grado de claridad del agua usada, la amplitud de la red de los canales de distribución en relación con la superficie á regarse y, principalmente, la longitud del canal alimentador, es decir, la distancia que media entre su boca-toma y el punto donde principia el riego.

Influyen también, aunque en menor escala, la antigüedad misma de canal, la humedad relativa del aire y la fuerza de los vientos, la inclinación del terreno, la velocidad del agua, la clase de cultivo, y, mucho más de lo que se cree comunmente, la misma habilidad y práctica del regador.

Bajo el punto de vista del clima, pueden distinguirse tres distintas regiones: la de clima seco durante todo el año, como ser la que comprende las provincias de Mendoza, San Juan, etc., la de clima seco en invierno y lluvioso en verano como son las subtropicales Tucumán, Santiago del Estero, y el Chaco, por ejemplo, y la de clima seco en verano y lluvioso en invierno, como la de la parte marítima al Sud de la provincia de Buenos Aires.

Es fácil comprender como la cantidad absoluta de agua, consumida anualmente ó por cada riego, debe resultar muy variable en las tres regiones consideradas.

Las sujetas á este estudio pueden considerarse de clima seco durante todo el año, desapareciendo con esto otra causa de indeterminación.

La permeabilidad del terreno es la causa principal de las grandes pérdidas de agua en el riego, pero su efecto puede corregirse notablemente por los materiales que lleva el agua misma; de modo que la cuestión se reduce más bien á saber si el riego ha de efectuarse con aguas turbias ó claras.

Se comprende también como las pérdidas de agua por infiltración y evaporación deben variar mucho, según que el

canal principie á regar á corta distancia de su toma ó que las circunstancias exijan tenga un recorrido de muchos kilómetros antes de entrar á funcionar.

Por igual razón, no es indiferente que la zona á regarse sea de forma regular y concentrada ó que ésta sea oblonga y dividida en fracciones, pues el desarrollo de los canales y las pérdidas consiguientes serán muy distintas según los dos casos.

Más adelante nos ocuparemos de la influencia de cada una de estas causas.

Una última diferencia en la valuación del volumen de agua necesaria para el riego, resulta de la forma ó método en que se efectúa el aforo.

Esta cuestión del consumo de agua puede interesar bajo dos puntos de vista diferentes: por las dimensiones del canal á construirse, ó por el volumen anual de agua á emplearse. Estas dos cantidades no se corresponden, como podría creerse á primera vista; y un ejemplo lo demostrará claramente: supóngase que deba regarse igual superficie de terreno en dos regiones, una de clima absolutamente seco, compuesta de terrenos arcillosos; la otra, de clima seco en verano únicamente y de suelo permeable. En la primera región será indispensable el riego durante todo el año, pero se necesitará menor volumen de agua, en cada riego, que en la segunda; en ésta se harán pocos riegos durante el año, pero cada riego requerirá volúmenes de agua mayores que en el primer caso, y el resultado será que se distribuirá anualmente mayor cantidad de agua sobre los campos de la primera región, y, sin embargo, será necesario construir canales de mayor sección en el segundo.

Por otra parte, deberá igualmente tenerse presente que, allí donde debe regarse todo el año, el volumen de agua necesa rio no es el mismo en las distintas estaciones.

Dividiendo, por ejemplo, el año en tres períodos de cuatro meses cada uno, puede estimarse que el volumen de agua necesaria en cada período es, en cifras redondas, como los números 3, 2 y 1, lo que dá un promedio de 2, siendo, no obstante, indispensable que el canal se construya de modo que su sección corresponda á la cifra mayor ó sea á 3.

Queda demostrado con estos ejemplos, que las dimensiones de los canales no resultan siempre proporcionales al consumo de agua y que, por lo tanto, este consumo y las dimensiones de aquellos son cosas distintas, por lo cual exigen distintas unidades de medida.

Por esto és que, cuando se trata de determinar la sección de un canal, se dice que él debe llevar tantos litros de agua por 1" y por hectárea; entendiéndose que, para llenar las exigencias del riego en todas las estaciones, es necesario construir un canal que pueda dar paso á tantos litros por 1" cuantas son las hectáreas por regar, y no que se deban distribuir en el año los tantos litros por hectárea cuantos segundos tiene el año.

Esta es la forma de medida más empleada por que representa mejor la entidad y costo de las obras por ejecutar. Por el contrario, cuando quiere indicarse el volumen efectivo de consumo anual por hectárea, se establece el número de riegos necesario durante aquél y el número de metros cúbicos necesarios en cada riego, cuya suma dará el volumen total buscado.

Así, por ejemplo, se dice que, para tal cultivo y tal terreno, se requieren al año, ocho riegos de 1500 m.^{3} por hectárea cada uno, y el total de 12000 m.^{3} nos dá el consumo anual por la unidad de su superficie.

Pues bien, doce mil metros cúbicos de agua, cubriendo una hectárea, representan una altura de $1^m.20$ distribuida uniformemente sobre toda la superficie, lo que permite valuar el consumo en otra forma, es decir, teniendo en cuenta la altura de agua con que se necesita cubrir el terreno anualmente.

En resumen, si se trata de estimar la importancia de las obras á ejecutarse para el riego de un terreno determinado, es necesario valerse del primer método de medida indicado, y se dirá: se precisa un canal de tantos litros por segundo. por tantas, cuantas sean, las hectáreas á regarse; que si se trata de averiguar la potencialidad para el riego. de un depósito, de un río ó de una vertiente, se usará la segunda forma ma; es decir, que se expresará en m.^{3} el volumen de agua distribuido anualmente sobre cada hectárea, ó, más concisamente, la altura de agua con que se deberá cubrir el terreno.

Gracias á las eliminaciones hechas y á los esclarecimientos que preceden, podremos simplificar ahora el problema del consumo de agua en el caso de las regiones objeto de este estudio.

Se trata de indicar «las cantidades de agua necesarias para « regar los terrenos, á los efectos de suministrar la humedad « necesaria á la vegetación y estimularla, en clima seco, du- « rante todo el año, teniendo en cuenta las pérdidas por eva- « poración, infiltración y desagües—siendo despreciables las « otras—, y, ésto, con el doble objeto de determinar las di- « mensiones de los canales y establecer la potencialidad de « riego de las aguas disponibles».

Para alcanzar más fácilmente este resultado, es necesario analizar más detenidamente los fenómenos que afectan al consumo del agua en el riego, dividiéndolos en tres categorías, que son: *(a)* Agua indispensable á la vida vegetativa de las plantas y consumida principalmente en la evaporación que se efectúa en las hojas ó traspiración del aparato respiratorio. *(b)* Agua que se pierde por evaporación é infiltración en la red de canales. *(c)* Agua que se insume en el terreno regado ó que sale, no utilizada, al término del mismo.

La primera es la única útil y que conviene aumentar en lo posible, en el interés mismo de la producción.

De las pérdidas que se producen en los canales, la evaporación es inevitable, pero no es, relativamente, de mucha importancia como se verá en seguida; la infiltración es causa de enormes pérdidas de agua, sobre todo en canales largos y terrenos permeables, pero esta pérdida disminuye con el tiempo si las aguas son algo turbias, y puede hacerse disminuir artificialmente sea echando tierra en los canales, sea mediante otros artificios.

Las pérdidas por infiltración, que se producen en la superficie regada, son muy sensibles en terrenos permeables y menos susceptibles de remediarse que las de los canales, á menos que las aguas no arrastren cantidades considerables de arcilla ó tierra.

Ellas pueden disminuirse con la regularización de la superficie de los terrenos y con riegos de corta duración. Las aguas sobrantes (Colature) pueden evitarse en parte me-

diante el cuidado y diligencia del regador, y son, por otra parte, las que mejor se prestan á ser recuperadas.

Conviene conocer, con las enseñanzas de la experiencia, cuales pueden ser los valores de cada uno de estos consumos ó pérdidas.

De los numerosos y no fáciles experimentos yobservaciones, que se han practicado con el objeto de determinar el consumo de agua propio á la vegetación, se deduce:

Que el volumen de agua evaporado por las plantas durante el período de su crecimiento resulta proporcional al peso del producto obtenido, en estado seco; que la evaporación directa del suelo en terrenos cubiertos de vegetación es relativamente poco importante y puede despreciarse en relación con la de las plantas; que tal consumo es próximamente igual para las gramináceas como para las leguminosas; que él puede considerarse, como término medio, de 900 litros por cada kilógramo de trigo obtenido, proporción que se reduce á 250 ó 300 litros cuando se considera el peso total del trigo y de la paja; que en el cultivo de las leguminosas, entre las cuales se cuenta la alfalfa, resulta próximamente el mismo consumo de 300 litros.

Aplicando estas cifras y suponiendo la muy elevada producción de 40 hectólitros de trigo (de 80 kilógramos por hectólitro) y de 15 toneladas de alfalfa por hectárea, tendremos un consumo total, por este concepto, de 2800 $m.^3$ de agua para el trigo y de 4.500 $m.^3$ para la alfalfa, por año y por hectárea. Es oportuno hacer constar que el mayor consumo que requiere la alfalfa proviene de la circunstancia de producirse ésta todo el año, mientras que el trigo sólo ocupa el terreno próximamente la mitad de ese período.

De lo expuesto resulta una consecuencia de la mayor importancia y es que el volumen teórico necesario á la vegetación, aún en la hipótesis de un máximo de producción, no excede de 5000 $m._3$ por hectárea, lo que equivale á un espesor de agua de 0m.50, estendida sobre todo el terreno, y que, repartida continuamente durante todo el año, importaría apenas un consumo de 0.20 de litro por segundo y por hectárea.

Ahora bien, si recordamos que, el consumo máximo puede estimarse en una vez y media el consumo medio, tendremos

que para el riego en estas condiciones sería suficiente un canal capaz de conducir 0.30 de litro por segundo y por hectárea; lo que está muy lejos del litro por segundo que como mínimo indican los tratadistas de la materia.

Tan exigua cifra de consumo queda comprobada en el riego de jardines ó huertas efectuado por medio de norias, en los cuales, debido á la ausencia de canales, á la corta extensión de la superficie regada y á la diligencia que se pone en estos casos, el consumo no supera nunca á 1/2 litro por hectárea, aunque se trate de cultivos intensivos.

Todo lo que se consume de más es en pura pérdida, y esta es debida á las varias causas ya expuestas.

Entre éstas, figuran en primer lugar la evaporación y la infiltración de los canales. Sí, para ríos que tengan centenares ó millares de kilómetros de curso, la evaporación importa una pérdida sensible, no sucede así en canales, aunque éstos sean muy largos. Si se supone un canal que tenga 20 metros de ancho en el fondo, tres de altura y taludes de 1: 1$^1/_2$ ó sea 29 metros de ancho en la superficie, con una velocidad de 0 m. 80; su caudal será de 60,80 m^3 por segundo. Si este canal tuviese cien kilómetros de largo, y la evaporación de su superficie fuese de 2.50 por año, el agua perdida estaría representada durante este período por 7.200.000 m^3, que, divididos por los 30 millones de segundos que tiene aproximadamente el año, corresponden á una pérdida de 240 litros por segundo, es decir, al rededor de $\frac{4}{1000}$ de su caudal, lo que es prácticamente inapreciable.

No sucede lo mismo en las pérdidas por infiltración, causadas por la permeabilidad de los terrenos. De éstos, los hay compactos, arcillosos, y que no dejan pasar ni una gota de agua; mientras hay otros, compuestos de pedregullo y arena, que son una verdadera criba, mediando entre estos extremos una gama entera de coeficientes de valores muy distintos. El desperdicio máximo, que ha podido constatar en la práctica de su profesión quien estas líneas escribe, ha sido en un canal que faldeaba una barranca de ripio, alimentado con agua clara proveniente de un lago.

Aunque de construcción ya antigua, se observó que perdía la enorme cantidad de tres m^3 por día y por m^2 de su-

perficie, de tal suerte que á los 13 kilómetros de la toma conservaba apenas la 1/3 parte del agua derivada.

Estos desperdicios se miden generalmente á razón de un tanto por ciento del volumen conducido por el canal ó á razón de tanto por kilómetro. Pero ambos métodos son equivocados, por cuanto en el primero no se tiene en cuenta la longitud del canal ni la velocidad del agua en él ([1]); en cuanto al segundo, si bien se tiene en cuenta el primero de estos factores, se prescinde del otro, así como de otras circunstancias. El único sistema racional de medida, es considerar los canales como filtros cuyo producto es proporcional á la superficie y á la carga de agua, lo que en un canal corresponde al volumen de agua contenido en el mismo. En todas nuestras observaciones personales sobre este particular hemos hallado que, sólo, podrían obtenerse cifras comparables entre sí, cuando se valuasen las pérdidas propias á cada trozo de canal, considerándolas proporcionales al volumen de agua contenido por aquél.

Esta cuestión de las pérdidas de agua en los canales interesa, más que á la irrigación, á la navegación interior, en cuanto sus cauces tienen una sección muy grande, una velocidad exígua y son, en general, muy reducidos los caudales de agua, de que puede disponerse, para alimentarlos. Este tópico ha sido por lo tanto muy estudiado en estos últimos años con motivo de los miles de kilómetros de canales construidos en Francia, Bélgica y Alemania, destinados á la navegación interior; respecto de los cuales se podría agregar aquí gran acopio de datos, los que, sin embargo, no se consignan por considerarlos estériles sin un conocimiento perfecto y *de visu* de las clases de terreno de que se trata, de la extensión y sección de los canales y demás circunstancias concurrentes.

Nos limitaremos, pues, á establecer algunos principios generales que podrán ser aplicados con utilidad en los casos concretos de que tendremos que ocuparnos:

a) Tratándose de grandes canales, es conveniente considerar por separado el canal alimentador, es decir, la parte de

(1) Un canal cuyas aguas lleven una velocidad doble de las de otro, con iguales dimensiones, lleva un volumen también doble; mientras que serán iguales las pérdidas; resultará por lo tanto reducido á la mitad el porcentaje de éstas.

aquél que sirve á conducir las aguas al punto donde principia el riego, del canal distribuidor y red de distribución; por cuanto las pérdidas del primero de estos canales dependen precisamente de su longitud, que es independiente de la superficie á regarse; mientras que el desarrollo y las pérdidas consiguientes á los otros pueden considerarse, con bastante aproximación, como proporcionales á dicha superficie;

b) Los canales nuevos pierden mucho más que los antiguos, especialmente si sus aguas son turbias. Citaremos como ejemplo el gran canal Cavour, en Italia, cuyas pérdidas excedían del 50 por ciento durante el primer año de su explotación y bajaron, á los 7 ú 8 años, al 15 %, es decir, próximamente en la misma proporción que actualmente se observa en los grandes y seculares canales de la Lombardía: el Naviglio Grande, la Muzza y la Martesana que, segun los recuerdos históricos resultaban un verdadero desastre en su origen, por lo abundante de sus infiltraciones, que eran debidas á la suma permeabilidad de los terrenos y á la carencia de materias en suspensión en las aguas que los alimentaban;

c) Si las aguas son muy claras, puede acelerarse el estancamiento de los canales, produciendo turbiones artificiales, con arena fina, arcilla ó tierra vegetal, segun los casos, á condición de que estas materias se tengan á mano. Así, por ejemplo, en un tronco del canal de la Haute-Marne, en Francia, que perdia más de 30m³ por metro lineal y por día, fueron reducidas las pérdidas á tres ó cuatro m³ con estancamiento hecho con arena; y en un tronco del canal de Saint Dizier, en Vassy, que perdía 20m³ por m.l. y por día, las pérdidas bejaron después de 2 años, á 4 ó 5 m³, reducidos después á 3 m³, enturbiando el agua con una rastra pasada sobre su fondo;

d) Donde faltan estas materias, y el agua es clara y los terrenos son muy permeables, es inútil esperar un resultado satisfactorio; el único remedio consiste en revestir los canales con arcilla, concreto ó mampostería, como fué indispensable hacerlo en el canal Villoresi, en Italia, y en muchos otros canales destinados á la navegación;

e) En los terrenos compuestos de ripio y arena gruesa, se consigue tener á veces menos pérdidas en las partes formadas por tierras removidas (terraplenes), que en los excavados en terreno vírgen (cortes), y esto, porque removiendo la tierra se destruyen aquellas vetas formadas de material grueso por donde se efectúan los mayores escapes de agua. De modo que en los terrenos de esta naturaleza puede conseguirse una mejora sensible con sólo romper y mezclar, en una cierta altura, el fondo y taludes de los canales;

f) Las pérdidas que se efectúan por infiltración en la superficie misma del terreno regado, y las que corresponden á las aguas sobrantes, resultan aun más difíciles de determinarse, por cuanto á las causas naturales debe agregarse otro factor muy variable: la voluntad del hombre. Segun que se hagan riegos largos ó cortos en extensión y duración; según que el terreno sea más ó menos parejo, según la inteligencia y atención del regador, pueden resultar consumos muy variables; independientemente de la permeabilidad del suelo y demás circunstancias.

Para llegar á algo de concreto y reducible á números, haremos á un lado los casos extremos de terrenos sumamente impermeables por exceso de arcilla, ó muy porosos por abundantes de ripio ó arena; es decir, supondremos que los canales se abran en un suelo compuesto de arcilla y arena, ó que, si contuviese ripio, este se encuentre convenientemente mezclado con una buena proporción de tierra, ó bien, que resulte posible obtener tales resultados por medio de aguas natural ó artificialmente enturbiadas.

Se supondrá, así mismo, que los terrenos por regar sean medianamente parejos y preparados, y cubiertos, por lo menos, con una capa terrosa aunque por debajo existan estratificaciones más permeables. Debe tenerse presente que esta formación es la más común, y que no convendría, por otra parte, por razones económicas, regar terrenos de superficie ripiosa ó arenosa y, por consiguiente, naturalmente estériles.

Con tales restricciones, y quedando entendido que se trata de grandes canales para el riego de 30 ó 40 mil hectáreas y

con velocidades comprendidas entre 0,70 y 1,00 m. por segundo. puede fijarse el consumo de agua entre los límites siguientes:

Pérdidas de agua en el canal alimentador, por infiltración en el fondo y paredes, entre el 6 y 2 por ‰ por cada kilómetro de canal.

Id. id., en el canal distribuidor y canales secundarios, del 40 al 20 %.

Id. id., por infiltración en la superficie del terreno regado, del 1,50 al 0,80 del teóricamente necesario á la vegetación.

Id. para desagües (Colature) desde $1/3$ á $1/5$ del agua vertida.

Si recordamos que el consumo medio anual de agua necesaria á la vegetación—en la hipótesi de un máximo de producción—alcanza apenas á 0.20 de litro por hectárea y segundo, tendremos los siguientes límites extremos de consumo máximo y mínimo.

TÍTULO DEL CONSUMO Ó PÉRDIDA	Consumo medio por hectárea	
	máximo litros por 1''	*mínimo litros por 1''*
Volumen teórico necesario á la vegetación...........	0.20	0,20
Volumen resumido en el terreno regado; desde 1,50 á 0,80 del volumen anterior......................	0,30	0,16
Suma...............	0,50	0,36
Agua de desagüe (colature) de $1/3$ á $1/5$..........	0,17	0,07
Suma................	0,67	0,43
Agua perdida en el canal distribuidor y canales secundarios, desde 0,40 á 0,20.....................	0,27	0,09
Suma................	0,94	0,52
Agua perdida en el canal alimentador en la hipótesi de un desarrollo de 50 kilómetros de este canal; desde el 6 al 2 ‰ por cada kilómetro, lo que hace por los 50 kilómetros una pérdida de 0,30 á 0,10..	0,28	0,05
Totales.............	1,22	0,57

Resulta, por lo tanto, que se precisa derivar un volumen de agua de litros 1,22 á 0,57 por segundo, como promedio anual para el riego continuado de una hectárea, en climas secos, terrenos de mediana permeabilidad y con las otras limitaciones, ya señaladas.

Á estos volúmenes por segundo, corresponderían dos capas de agua de $3^{m}80$ la primera y $1^{m}73$ la segunda de altura; pero éstas no dan las medidas ni de las dimensiones que deberán darse á los canales ni de la cantidad de agua efectivamente consumida ó perdida.

Se ha indicado ya que las diferencias de consumo durante los distintos períodos del año, podrían ser representadas por las cifras 1, 2 y 3, siendo 2 el promedio. Teniendo esto presente resultará que en el caso de mayor consumo (1,20 de litro por segundo) correrán en los canales volúmenes de agua que variarán en el año entre 0,60 á 1,80 litros por segundo, y en el caso de consumo mínimo, de 0,28 á 0,85 litros. Las dimensiones á darse á los canales serán en los dos casos las correspondientes á los volúmenes máximos, es decir, á razón de 1,80 y 0,85 litros por segundo y por el número total de hectáreas á regarse (1).

Tampoco las pérdidas efectivas de agua corresponden á las cifras indicadas Parte de ella se infiltra y corre por debajo del subsuelo, y otra parte sale de los campos á la vista en forma de desagüe (Colature). Estas pérdidas pueden ser efectivas ó pueden evitarse, recuperándose las aguas, en parte ó en su totalidad, para el riego de los terrenos inferiores. Si esto puede ser indiferente al constructor del canal, no lo es para el propietario del agua, el Estado, que en la segunda hipótesi, puede aumentar considerablemente la superficie de los terrenos beneficiados y de consiguiente, la riqueza general. Agrónomos eminentes han dicho que se puede juzgar

(1) En la provincia de Mendoza, donde las aguas son esencialmente barrosas, y donde los canales riegan, casi siempre, inmediatamente después de las tomas, no dando así lugar á las pérdidas propias del canal alimentador, los consumos varían durante el año de 1,10 á 0,35 litros por segundo en la parte elevada donde se encuentra siempre ripio muy permeable debajo de una capa de tierra cuyo espesor varía de 0 m. 50 á 2 metros; y de 0.70 á 0.25 litros por segundo, en las zonas llanas de San Martín y Junín, con agua á poca hondura y terrenos muy arcillosos. El Sr. Ing. E. Anzorena ha observado consumos mucho menores en los cañaverales de Tucumán, donde los riegos son más bien hiemales, en surcos, y los terrenos muy fuertes,

del grado de perfección é inteligencia con que se efectúa el riego en cualquier región, por el cuidado con que se recojen sus residuos.

La mejor condición en que puede efectuarse la recuperación de las aguas perdidas, es cuando la disposición de los terrenos regados es tal que ellas vuelvan al cauce del mismo río de donde originaron (1). Hemos de poner en relieve, en oportunidad, la altísima importancia que tienen las consideraciones expuestas, bajo el punto de vista económico del proyecto.

§ 5º CANALES DE DESAGÜE

Se ha dicho y repetido, que el riego es un arma de dos filos. En efecto, si el riego es utilísimo cuando se le usa debidamente, puede ser, en cambio, muy perjudicial si no es inteligentemente aplicado.

Entre los perjuicios posibles que puede ocasionar el riego. extendido sobre grandes superficies, figura en primera línea el encenagamiento y la consiguiente pérdida de los terrenos más bajos. El agua infiltrada en las zonas superiores encuentra, infaliblemente, después de haber recorrido un espacio del subsuelo, más ó menos alto, otro estrado de agua inferior, ó una capa de terreno impermeable, ó menos permeable. En ambos casos, el agua se sobrepone á estos y toma forma de curso subterráneo con una inclinación determinada hacia abajo. Si la inclinación de esta corriente subterránea es inferior á la de la superficie del terreno, los dos planos llegarán á cortarse en una línea arriba de la cual habrá terrenos húmedos y, debajo de la misma. verdaderas ciénegas con agua brotante.

Algo análogo ocurre con las aguas excedentes que corren por la superficie (Colature). Libradas éstas á sí mismas, se desparraman por los campos inferiores formando pantanos. ciénegas y lagunas, según la configuración y composición del terreno.

Tanto en uno como en otro caso. los campos invadidos

(1) Hemos podido constatar personalmente, con medidas directas, en el río Ticino, un incremento casi constante de un m³ de agua por kilómetro, debido exclusivamente á los desagües de los riegos laterales. Es notorio el caso del Río Lambro, en Lombardía, el que se agota dieciseis veces completamente por otros tantos diques que, sucesivamente, atraviesan su cauce, recuperando sin embargo, entre uno y otro dique, el agua suficiente para alimentar la derivación inferior,

se inutilizan muy pronto debido á las vegetaciones acuáticas y, más que todo, á las formaciones salitrosas que se acumulan en las partes más altas.

Tales inconvenientes no se verifican, ó no se advierten por lo menos, prácticamente, cuando se trata de zonas de riego poco extensas, ni durante los primeros años subsiguientes á la construción de un gran canal. Pero ellos son ineludibles con el tiempo, y el no tener cuenta de ellos desde su principio es como cerrar los ojos para no ver. Es tal la convicción del que escribe al respecto que, tratándose de regar grandes extensiones, cree debería principiarse por estudiar el problema de los desagües y subordinar á éste la ubicación y traza de los canales de riego.

Como es sabido, los perjuicios enunciados se salvan mediante la construcción de profundos canales de desagüe, que recojen nuevamente las aguas perdidas, llevándolas al cauce del mismo río ó arroyo de donde provienen, ó utilizándolas en el riego de los campos inferiores.

§ 6° Condiciones que deben reunir los terrenos de riego

En cualquier terreno y bajo cualquier clima, se puede emplear útilmente el riego.

Se riega en los valles lo mismo que en las lomas y montañas; se riegan terrenos llanos y quebrados, arenales y terrenos arcillosos, tanto en el trópico como en las regiones frías, en climas lluviosos como en los áridos.

No ha habido dificultad natural que el trabajo y la inteligencia humana no hayan superado, pero, como se comprende, con un resultado económico muy diferente, según los casos. Donde hay escasez de población, carencia de capitales y el costo de producción de los productos agrícolas se halla recargado con fletes subidos, es necesario el concurso de muchas circunstancias favorables para que tal forma de agricultura dé resultados financieros compensadores. Las principales de esas circunstancias son: que los terrenos sean naturalmente parejos, sin monte espeso, con inclinaciones que no superen el 7 ú 8 por mil; que sean naturalmente feraces y, en cuanto á su constitución física, que no sean ni demasiado arenosos ó permeables ni demasiado arcillosos ó compactos,

Estos últimos resultan poco aptos para el riego, por cuanto, circulando el agua en ellos con dificultad, ésta se estanca superficialmente, ó en el mismo interior de la tierra, impidiendo á las raíces el acceso del aire, condición esencial á la vida vegetativa, ó provocando el desarrollo de plantas acuáticas,

Por otra parte, los terrenos muy arenosos y permeables consumen demasiada agua; además ésta, no permaneciendo bastante tiempo en contacto con las raíces para que éstas puedan asimilarse los elementos de vida disueltos en ella, es causa que esos terrenos se empobrezcan y esterilicen en un corto período. Por lo tanto, los terrenos más aptos son, precisamente, los intermediarios, formados de arcilla y de arena ó tierra vegetal (humus), que gozan de una mediana permeabilidad. Optimos entre todos son los terrenos constituidos por una capa de tierra descansando sobre otra de pedregrullo suelto ó de arena gruesa. Ésta funciona como drenaje, cumpliéndose por su intermedio, á la perfección, los fenómenos de la aereación del terreno y de la circulación de las aguas.

Formaciones de esta naturaleza se encuentran frecuentemente en las últimas faldas de las serranías y en los grandes valles.

Una última circunstancia muy favorable á una operación de riego se verifica cuando ésta se efectúa, como ya se indicó, en climas secos. En éstos, puede decirse que el riego crea la producción y no la mejora solamente, como sucede en los climas semi-lluviosos. Las obras de riego cuestan lo mismo en ambos climas, y el valor de los terrenos regados será tambien igual, á paridad de otras circunstancias. Sin embargo, el resultado económico será muy distinto. Pues en los climas lluviosos el terreno tiene ya un valor primordial, que debe descontarse del precio del terreno regado; mientras que, en los climas áridos, siendo nulo el valor primitivo del terreno, el adquirido, por la operación del riego, debe atribuirse íntegramente á ésta.

§ 6º Costo de las obras de riego

Se halla muy generalizada la creencia que el costo del riego se concreta al gasto que importa la ejecución del gran canal de conducción del agua, y que, construido éste, todo lo

restante marcha solo. Éste es un error grave que ha dado lugar á muchas desilusiones.

Terminado el canal principal, se necesitan los secundarios, los terciarios, las acequias de riego, todos ellos con sus puentes, acueductos, compuertas y demás construcciones, y luego, tarde ó temprano, será indispensable toda la red de canales de desagüe. Además, se requiere, casi siempre, desmontar el campo, emparejarlo más ó menos, abordarlo y romperlo con el arado; luego aún, caminos, casas, cercos, plantaciones de árboles y, finalmente, animales, semillas, útiles de labranza y más capitales con que hacer frente, durante uno ó dos años, al gasto de salarios de los brazos empleados durante ese período de preparación. Si bien es cierto que parte de estos gastos son necesarios en cualquier forma de cultivo, es, no obstante, evidente que ellos resultarán siempre mayores con el riego por su misma mayor intensidad del cultivo.

Podríamos agregar aquí muchos datos estadísticos relativos á la ejecución de tales obras en Italia y en otros países, pero ellos resultarían de escasa utilidad práctica, por cuanto las condiciones son, por suerte, esencialmente distintas.

El costo de un canal está constituido por tres elementos distintos: la expropiación de los terrenos; la construcción de las obras de arte para no interrumpir la continuidad de caminos y aguas (de lluvia, arroyos, etc.); y las excavaciones. Se comprende fácilmente como, tratándose de territorios ya cultivados é intensamente poblados, los dos primeros factores deben constituir la parte principal de los gastos, quedando las excavaciones como cosa secundaria; mientras en las regiones objeto de este estudio, y, en general en toda la República Argentina, casi puede prescindirse por completo de computar los gastos de expropiación, de construcción de puentes, sifones etc.; representando los movimientos de tierra la casi totalidad de aquellos. En cuanto á los gastos por sementeras, viviendas de los colonos, alimentación de los mismos y adquisición de animales de trabajo, ellos también son relativameute menos costosos aquí. Pero esto no sería acaso suficiente si no se contara con un valor originario de los terrenos casi nulo, y sobre una gran feracidad natural de los mismos por no haber sido nunca cultivados. Es solo por la concurrencia de estas

favorables circunstancias, que es posible pensar en grandes canales de riego, económicamente realizables, por cuanto sería también imposible obtener los mismos precios que se pueden pagar en Europa por el uso del agua.

Para dar una idea de la diferencia que existe entre éste y otros países á este respecto, diremos que en Italia se estima barato un canal cuyo importe no exceda á 200 liras por litro al segundo, habiendo costado algunos hasta 500 liras por igual unidad. En Francia, el costo de los canales ha sido aún mayor en general, alcanzando su promedio á 400 francos, los canales construidos en las Indias cuestan de 200 á 500 francos y siempre por la expresada cantidad. Creemos que aquí un gran canal no podrá importar, en circunstancias ordinarias, más de cincuenta á setenta pesos por litro y bastante menos, aún, cuando pueda aplicarse la excavación mecánica. Es cierto también que su renta será muy distinta.

En Italia, se paga comunmente el agua para el riego de una hectárea, desde 40 hasta 70 liras por año; en Francia, de 50 á 80 francos, no tratándose, naturalmente, de canales de propiedad de los mismos regantes; en las Indias, se paga de 15 á 30 francos y en Egipto, al rededor de 30 francos. Aquí, en cambio, sería quizás. difícil obtener más de 10 á 15 pesos por hectárea y esto, solo donde otras circunstancias favorezcan mucho la producción.

CAPÍTULO X

APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS GENERALES DEL CAPÍTULO ANTERIOR Á LAS REGIONES ESTUDIADAS

§ 1º Circunstancias que influyen en la economía del riego. —§ 2º Clima.— § 3º Estado de la superficie del suelo.— § 4º Fertilidad natural del terreno. — § 5º Valor originario del mismo.—§ 6º Consumo de agua.—§ 7º Presas de agua.— § 8º Canal alimentador.— § 9º Vías de comunicación. — § 10º Consideraciones políticas. — § XIº Conclusiones.

§ 1º Circunstancias que influyen en la economia del riego.

Objeto del presente capítulo es la aplicación de los principios generales, expuestos en el anterior, á la irrigación de los territorios estudiados.

En ese capítulo, se puso bien en claro que: la irrigación puede efectuarse en todos los climas, desde el más frío hasta el tropical; en todos los terrenos, estériles ó fértiles; en los bajos y llanos como en los altos, y de fuerte inclinación; puede servir para suplir en parte ó en totalidad la falta de lluvia; puede ser empleado tan sólo para excitar una vegetación más próspera; y puede tener también por objeto único el abono de los terrenos con el depósito de légamos llevados por las aguas. Naturalmente, el resultado económico final será muy distinto, según las dificultades que deben vencerse y la suma de las ventajas obtenidas.

En ese mismo capítulo, se indicó también que la mayor suma de beneficios se obtiene:

a) En climas templados y más bien cálidos;
b) En terrenos de superficie limpia y pareja;
c) En suelo naturalmente fértil;
d) En territorios improductivos por falta de lluvia;

e) Donde el consumo de agua resultase mínimo ó, por lo menos, recuperables las pérdidas.

A estos factores débese agregar el costo limitado de las obras, que se concreta principalmente:

f) A la facilidad de establecer las presas de agua, y á la reducida longitud del tronco de canal alimentador.

Y finalmente:

g) A la facilidad y baratura de los transportes.

Sería imposible indicar cual de todas estas circunstancias influye mayormente en un buen resultado económico final de una obra de esta naturaleza. Todas ellas tienen una grande y fundamental importancia y una elección acertada no puede fluir sinó de un juicio sintético en el cual intervengan todas estas circunstancias, cada una con su valor propio.

Lo más brevemente posible, dentro de lo compatible con la importancia y extensión de la materia, se analizarán las condiciones particulares de las distintas zonas de terreno, bajo los puntos de vista indicados.

§ 2º Influencia del clima.

A cada producción agrícola le corresponde un clima especial, que más le conviene; de modo que, en abstracto, sería imposible indicar cual es el clima mejor sin especificar las especies que se quieren cultivar. Pero, tratándose de territorios de clima templado y en los cuales no se puede cultivar sino los productos propios de tal clima, se puede ya partir de la base, que los mejores son los muy templados, sin temperaturas extremas y sobre todo sin heladas, anticipadas ó tardías.

En el Capítulo III, hablando del clima en general, se dijo lo suficiente para que sea posible hacerse una idea del mismo en sus distintas regiones, y refiriéndonos á lo expuesto en ese capítulo, podemos establecer que: las regiones más propicias, por su clima, á la agricultura, son, en el valle del Río Negro, las inferiores hasta la altura de la Estación Chimpay; que, de este punto hasta la Confluencia, el clima es ya algo más riguroso, con peligro de heladas; que, de la Confluencia hasta las faldas de la Cordillera, aunque las temperaturas estivales son bastante elevadas para cultivar cualquier producto,

la vid inclusive, sin embargo, son frecuentes las heladas aun en el verano, lo que prácticamente limita los productos útilmente cultivables á las papas, centeno, habas y cierta hortaliza; que, alrededor de los grandes lagos, el clima se vuelve templado, sin grandes heladas, y que, por lo tanto, permite un cultivo más variado; finalmente, que á pesar de estas diferencias todas las zonas son perfectamente aptas á la formación, con óptimos resultados, de potreros artificiales, sea de alfalfa, sea de otras plantas forrageras.

§ 3. Estado de la superficie del suelo

Para efectuar el riego en buenas condiciones, se requiere terrenos limpios y parejos, es decir, sin árboles y arbustos, divididos en zonas de pendiente uniforme. Cuando los terrenos carecen naturalmente de estas condiciones, es preciso hacérselas adquirir con el arte y el trabajo, mediante las dos operaciones llamadas *desmonte* y *emparejamiento*.

El costo del desmonte puede variar entre 200 y 10 pesos la hectárea, según se trate de verdaderos bosques tupidos ó de arbustos bajos y ralos. El costo del emparejamiento es más variable, pues puede ser nulo como alcanzar á cien y también á doscientos pesos la hectárea: en terrenos bastante llanos no supera á 30 ó 40 pesos. Como se observará, son éstos, gastos serios, que deben evitarse en una explotación incipiente, eligiendo terrrenos naturalmente limpios y parejos. Se presentan, en estas condiciones, algunas pampas en las altiplanicies, entre los contrafuertes de la Cordillera, cubiertas de coirón; el fondo de los valles, especialmente los del Rio Negro, completamente pelado ó cubierto de escasas matas de pasto duro, y las últimas zonas marítimas del Colorado. A éstos se puede agregar las altiplanicies entre el Colorado y el Río Negro y entre el Río Negro y el mar, cubiertas de arbustos muy bajos y muy ralos, cuyo desmonte sería de muy poco costo. En cuanto á las partes de los valles cubiertas con arbustos de sierra y á los chilcales del Colorado, la operación del desmonte podría costar de 10 á 20 pesos la hectárea, salvo casos especiales. En muchas partes puede ahorrarse este gasto, destruyendo las plantas con una inundación artificial y prolongada lo bastante, durante el verano, como se dirá en otro lugar.

§ 4º Fertilidad natural del terreno.

Los terrenos naturalmente más fértiles son los de los grandes bosques seculares, en los cuales se ha podido acumular una capa de verdadero humus, y los terrenos de aluvión, cuando no contienen un exceso de arena ó arcilla. De esto resulta. que los terrenos más feraces se encuentran en la Alta Cordillera, donde existen ó han existido los grandes bosques, y en el fondo de los valles. Estos últimos terrenos serán siempre más feraces á medida que se desciende en las partes inferiores, por ser formados de los materiales más tenues y livianos. En efecto, hablando de los valles del Limay, Neuquén y Río Negro, ya se indicó como los del primer río pecan por contener demasiada arena y, los del segundo, por demasiada arcilla; mientras en el valle del Río Negro, estos materiales se encuentran más equilibrados y tanto mejor distribuidos cuanto más se desciende en el valle mismo. Se dijo también como, en todos los valles, los terrenos mejores son los de más reciente formación, que constituyen las rinconadas y playas, teniendo éstos, sin embargo, el inconveniente de ser demasiado expuestos á las inundaciones y de encontrarse, generalmente, muy quebrados por los arroyos que los atraviesan.

Los materiales fertilizantes, que existen naturalmente en un terreno, tienen cuatro orígenes: el mineral, con los sales de potasa, cal, fosfatos, etc.; el vegetal, con sus detritus orgánicos y una máxima parte de productos azóicos; el meteórico, con el ácido nítrico, que acompaña siempre el agua de lluvia; y el debido á la acción de los microbios. Por lo tanto, la feracidad de un terreno debe resultar de la influencia de estos. agentes, según ellos hayan contribuido en su formación.

Los aluviones del Río Negro, cuyas aguas provienen de terrenos cubiertos de humus y de vegetación, deben ser, y son efectivamente, más fértiles que los del Colorado, cuyas aguas descienden de serranías desiertas y áridas. Los terrenos altos de las altiplanicies podrán ser muy ricos en materias minerales provenientes de la descomposición de las rocas, pero serán necesariamente pobres en sustancias orgánicas, por cuanto la vegetación que los cubre es mezquina, y no pueden haber llegado hasta ellos, de las regiones superiores, légamos ricos de esas sustancias.

En resumen resulta: que los terrenos aluviales de los valles deben ser considerablemente más fértiles, que los de las pampas de las altiplanicies; que el valle del Río Negro debe ser más fértil que el del Colorado; que, en ambos, salvo casos excepcionales, la fertilidad del suelo debe ir disminuyendo á medida que se remonta el valle; y finalmente, que deben encontrarse también terrenos muy fértiles entre los valles y cuencas de la Alta Cordillera, cubiertos de bosques, como en el fondo de las cañadas, donde se recogen las aguas de lluvia y de las vertientes.

§ 5° Valor originario de los terrenos.

En el capítulo anterior, se ha indicado ya cómo el resultado financiero de una operación de riego debe, en igualdad de otras circunstancias, resultar máximo en terrenos áridos é improductivos; por cuanto, con los mismos gastos é igual producción, el aumento del valor resultante queda íntegramente á beneficio de la operación misma, por falta de valor primitivo del terreno cultivado. La mayor parte de los territorios de que nos ocupamos se encuentra en estas condiciones. Exceptúanse: la zona adyacente á la Alta Cordillera, las islas, rincones y terrenos bajos, y las regiones marítimas del Río Negro y, principalmente, las del Colorado, en las cuales, si los terrenos no se prestan al cultivo por la escasez de las lluvias, éstas son suficientes para alimentar excelentes campos de pastoreo, que ya han alcanzado un valor bastante considerable. En la parte verdaderamente árida del valle del Río Negro, el valor actual de los campos varía entre 10 y 15 mil pesos la legua, pero éste representa ya un valor de especulación en el cual está descontado, en parte, el porvenir, pues los arriendos actuales no corresponden á este valor.

§ 6° Consumo de agua.

Un crecido consumo de agua afecta profundamente la economía general de una operación de riego en vasta escala, bajo dos aspectos: del interés particular por el mayor costo de las obras; y del interés público por la menor extensión de terreno que puede ser beneficiada.

En efecto, si un terreno exige, por ejemplo, para su riego,

un volúmen de agua doble de otro, es claro que el costo de riego de una hectárea del primero, importará próximamente el doble, y que. con un río determinado, el beneficio del riego no podrá extenderse sino sobre una superficie mitad de la del segundo. De aquí el gran interés, tanto para los particulares como para el Gobierno, de elegir con preferencia terrenos que consuman poca agua.

En el capítulo anterior se trató, con bastante extensión, esta cuestión, y las conclusiones más importantes fueron:

a) Que, respecto del consumo es necesario distinguir el volúmen extrictamente necesario á las funciones vegetativas del que se precisa llevar en los canales para hacer frente á las varias pérdidas por infiltración y desagüe (colature), pérdidas éstas que en los casos ordinarios pueden llegar á ser tres ó cuatro veces mayores que las primeras;

b) Que tales pérdidas pueden recuperarse, en ciertas circunstancias, en parte ó en su totalidad, y entonces el perjuicio ocasionado, afecta sólo el interés particular en el costo de las obras, y no el interés general del Estado, por cuanto las aguas perdidas pueden ser utilizadas de nuevo para el riego de predios inferiores.

Pasando del campo de las consideraciones generales al de la aplicación en las regiones de que nos ocupamos, se observa inmediatamente una diferencia esencial y característica bajo este punto de vista, entre el riego de los valles y el de las altiplanicies,

Dado el modo de formación de los valles y especialmente del valle del Río Negro, constituido en todo su ancho y largo por un banco de pedregrullo en comunicación continua con las aguas del río, es indudable que, cualquiera sea el volumen de agua que se distribuya sobre estos terrenos, todas las pérdidas, sea por infiltración sea por desagüe aparente, todas volverán, hasta la última gota, al cauce del río, en beneficio del riego de los predios inferiores. Nótese que aun cuando hubieran en el cauce pérdidas propias, por infiltración ó evaporación, éstas pérdidas quedarán las mismas y no afectarán, en consecuencia, á los caudales que vuelvan á él, debido á los riegos superiores.

Distinta cosa sucederá cuando el riego se extienda sobre los campos altos y las altiplanicies. En estos terrenos, las aguas de infiltración, que representan las pérdidas más considerables, penetran en la tierra hasta encontrar una capa impermeable ó menos permeable, cuya inclinación siguen, sin poder volver á la luz, sino en los casos en que dichas capas impermeables afloren á la superficie del suelo. También en esta eventualidad, la posibilidad de una nueva utilización, estará subordinada á otras circunstancias que pueden, muy fácilmente, faltar á su vez. Lo mismo puede decirse de los desagües superficiales (colature), de los cuales, con seguridad, una gran parte estará definitivamente perdida. Por lo tanto, la recuperación de estas aguas perdidas tendrá alguna probabilidad en el riego de los campos elevados ó pampas que se encuentran entre los contrafuertes de la Cordillera, por cuanto al pié de los mismos corre siempre un arroyo perenne ó un río, por cuyos cauces pueden entrar de nuevo en la circulación general de las aguas; mientras resultará extremadamente improbable en el riego de las altiplanicies laterales al curso de los ríos Negro y Colorado, é imposible para las zonas marítimas, por cuanto, aunque tales aguas perdidas, afloren de nuevo, esto se verificará demasiado cerca del mar.

Según el cuadro de los consumos inserto en el capítulo anterior, se tiene que el volumen teórico necesario para satisfacer las necesidades de una vegetación de producción intensiva, no excede como promedio anual de 0.20 de litro por segundo y hectárea. Suponiendo algunas otras pérdidas por evaporación, se podrá fijar, con toda seguridad, en 0.25, siempre por segundo y hectárea, el verdadero consumo de agua en los terrenos de todos los valles; es decir, el verdadero volumen de agua que los ríos deberán proveer para el riego de cada hectárea.

Otro será, naturalmente, el que deberá derivarse por los respectivos canales; el que dependerá del distinto valor é influencia que tengan, en cada caso, el cúmulo de circunstancias especificadas en el capítulo anterior.

Habrá, por cierto, diferencias entre un punto y otro, especialmente por las distintas clases de terreno de cada valle, pero sería imposible y prematuro entrar ahora en tales detalles.

Como base para hallar un término medio general, se puede establecer que en grandes canales el consumo podrá alcanzar el promedio anual de 0,60 litros, y que en el caso de riegos limitados, con máquinas elevadoras, de que se hablará más adelante, este consumo se reduce á 0.40 litros, considerando que, en este caso, no se verifican las pérdidas de los grandes canales.

Estos volúmenes representan las cantidades medias á derivarse pero no los volúmenes máximos que deben tenerse en cuenta para la construcción de los canales mismos. Como se indicó en el capítulo anterior, estos volúmenes pueden estimarse en 1,50 del de las medias establecidas; de modo que los canales á construirse en el valle, como promedio indicativo general, deberán tener una capacidad suficiente para llevar 0.90 á 0.60 litros por segundo y por hectárea, según la importancia de los canales mismos.

Mucho más difícil es determinar las cifras para los grandes canales destinados al riego de los terrenos altos, por cuanto éstos son mucho más variables en su constitución física, menos conocidos, é igualmente menos determinada la extensión, que podrán adquirir. Sin embargo, salvo casos excepcionales, se puede, con alguna seguridad, tomar como promedio una cifra algo menor que el volumen máximo indicado en el cuadro expresado, es decir, la de 1,10 por segundo y por hectárea, á la que corresponden canales de 1,60 litros de capacidad, en cifras redondas.

Será una mera casualidad, como queda indicado, que de este volumen de agua pueda recuperarse alguna parte.

De todo lo expuesto, podemos sacar las deducciones generales siguientes:

1) Que, para el riego de los valles, las dimensiones de los canales serán en proporción de 0.90 á 0.60 de litro por hectárea y segundo, mientras para el riego de las altiplanicies estas dimensiones alcazarán á litros 1.60 siempre para las mismas unidades de medida;

2) Que, el riego de una hectárea de valle importará una pérdida efectiva de agua, de 0.25 litros, mientras en la altiplanicie esta cantidad se elevará muy probablemente á 1 litro, es decir, cuatro veces más.

Estas conclusiones, sujetas á algunas variaciones de detalle, en ciertos casos determinados, pero no á modificaciones fundamentales, demuestran hasta la evidencia cuanto más conveniente es el riego de los valles en relación á los campos de las altiplanicies, tanto bajo el punto de vista de los intereses particulares cuanto bajo el más general del Estado.

§ 7º Presas de agua

Es ésta una parte capital de cualquier obra de riego, y de las buenas condiciones en que estas obras sean ejecutadas depende principalmente el servicio fácil, y sin grandes inconvenientes, de un canal.

La condición esencial á que debe satisfacer una construcción de esta naturaleza, es:

Que esté en contacto permanente con las aguas del río, de modo que ellas puedan penetrar en él, sea cual fuere el nivel de aquél, en todo tiempo, y en la cantidad que se quiera.

Para alcanzar este objeto se construye, en el punto adecuado, una presa con aberturas provistas de compuertas, consistiendo toda la habilidad y discreción del ingeniero en la elección del punto más apropiado para establecerla.

Dos casos hay, típicos, que considerar.

El primero se verifica cuando la derivación debe hacerse en un río sin cauce fijo, con brazos desparramados por todo un extenso lecho, ó cuando la cantidad que debe derivarse representa, en unas estaciones, todo ó casi todo el caudal llevado por el río. En ambas circunstancias, es indispensable cruzar el cauce mismo con un dique transversal, para obligar todas las aguas á recostarse hacia el lado del dique donde se coloca la presa.

El otro caso, se verifica cuando el río ocupa un cauce fijo y determinado y la cantidad de agua á derivarse es relativamente exigua respecto á su caudal. Entonces se puede evitar el dique, generalmente costoso, y la toma puede establecerse, sin más obras, en las orillas mismas del río, colocándola bastante profunda para que entre en ella el agua necesaria, también en las estaciones de estiaje.

Este último es el caso de las derivaciones á efectuarse en los cauces de los ríos Negro, Neuquén y Limay. En cuanto

al Colorado, es muy posible sea en ciertos casos conveniente construir diques trasversales, aprovechando aquellos puntos en que el cauce se halla encajonado en roca viva, y que, en otros casos, resulte necesario hacerlo debido á la escasez de agua en el río.

En el caso de abrirse una toma directamente en la margen del río, sin obras que fijen invariablemente su cauce, es condición esencial colocarlas en puntos donde esta invariabilidad existe por condiciones naturales; es decir, que debe buscarse un paraje donde el río no pueda avanzar, aislando la toma, ni pueda retirarse, dejándola embancada é inactiva. Responden admirablemente á estas condiciones, las llamadas angosturas, es decir, aquellos puntos donde el río corre al pié de las barrancas; y, precisamente, la parte representada por la curva que se forma cuando se separa de una orilla para dirigirse sobre la otra.

En estos lugares, el río no puede avanzar, porque se lo impide la resistencia que opone el terreno firme de la barranca, y no puede retirarse, porque la fuerza centrífuga que posée un curso de agua en la parte cóncava de una curva, impide la formación de los embanques. Otras circunstancias favorables en esos puntos son: la facilidad de defender la obra en la parte superior, que es siempre la más expuesta, pudiendo unirla á la barranca; la posibilidad de colocar sus cimientos sobre el terreno sólido primitivo, que debe, en general, encontrarse allí, á una profundidad limitada, y no sobre los aluviones recientes, muy poco firmes; finalmente, la de estar la presa colocada precisamente donde empieza cada valle parcial.

Por lo tanto, si se tiene presente la necesidad de dejar, en el Río Negro, un volumen de agua suficiente para conservar la navegación, resulta que, tanto en éste como en sus tributarios, será siempre posible efectuar derivaciones, aun de importancia, sin construir diques, que en tales condiciones serían costosísimos; y que, bajo este punto de vista, no puede existir una variación notable en el costo del riego, en las diferentes zonas de dichos ríos.

Por lo que respecta al Colorado, es posible que, como queda indicado, convenga, en ciertos puntos, aprovechar la existencia de trechos de cauce en roca viva, para construir

en ellos diques económicos, que facilitarán notablemente la irrigación de las zonas inferiores, por la mayor altura que se obtendrá en el nivel de los canales derivados; ó que sea necesario construirlos en las zonas inferiores para derivar toda el agua que quede, á beneficio de los campos que se abren después de la Estación del Río Colorado.

§ 8° Canal alimentador

Llámase con este nombre la parte de un canal de riego, que va desde la toma hasta el punto en que empieza á regar ó ser utilizado. Una excesiva longitud de esta parte de un canal, como se indicó en el capítulo anterior, es doblemente perjudicial, por cuanto representa un gasto sin compensación, así como por la pérdida de agua que ocasiona.

Sobre este particular, habrá evidentemente una diferencia enorme entre los canales destinados al riego de los valles y los que pudieran proyectarse para las altiplanicies; como habrá también una sensible diferencia entre las partes superiores y las inferiores de los mismos valles.

Para que se pueda regar un terreno adyacente á un curso de agua, es necesario que el canal tenga una inclinación menor que la del curso mismo: tanto más grande es la diferencia entre las dos inclinaciones, tanto más pronto llegarán las aguas derivadas á la superficie del terreno y tanto mayor será la extensión de éste, que cae bajo la acción del canal. De esto resulta, que el trecho de canal alimentador aumenta con la disminución de la pendiente de un curso de agua y con la altitud absoluta, sobre el nivel del río, de los terrenos á regarse. Salvo alguna circunstancia especial, la pendiente de los ríos disminuye constantemente á medida que ellos avanzan, de modo que, á paridad de otras circunstancias, el trecho de canal inútil aumentará en esa dirección y, con él, el costo del canal.

Lo contrario sucederá para los canales destinados al riego de las altiplanicies; pues, como hemos visto, la altura de éstas sobre los valles va aumentando sensiblemente á medida que se remonta el río.

En general, los terrenos del valle del Río Negro se encuentran á tres metros sobre el nivel de estiaje del río; mientras

las alturas de las altiplanicies varían en la zona inferior entre 100 y 30^{m}; de modo que, el largo del canal alimentador, para estos terrenos, será de 30 á 10 veces mayor que para los del valle.

En el capítulo siguiente volveremos sobre este particular con mayores detalles. Por el momento, bastará establecer que, excepción hecha de circunstancias especiales, el costo de un canal alimentador será menor en las partes superiores de los valles que en las inferiores, cuando se trate del riego de estos; y que, por el contrario, será mayor, cuando se trate del riego de las altiplanicies; que, además, la importancia de este elemento de costo resultará en el riego de las altiplanicies de 30 á 10 veces mayor que tratándose de los terrenos del valle.

§ 9° Vías de comunicación

La baratura de los fletes es condición esencialísima para el desarrollo de la industria agrícola. Son suficientes unos pocos centavos de variación, en el costo del transporte de un quintal de trigo, por ejemplo, para determinar una pérdida ó una ganancia, en el cultivo de este cereal, y, en consecuencias la muerte ó la vida próspera de una colonia. Por lo tanto. cualquier iniciativa agrícola racional debe tener especialmente en cuenta la baratura de los transportes, como fundamento de éxito. En efecto, al ocuparnos de la industria agrícola en el Río Negro, indicamos cómo el fracaso económico, de las distintas tentativas de colonización allí iniciadas, debía atribuirse principalmente á la falta de mercado local y á la dificultad del transporte.

Al presente, las cosas han mejorado mucho bajo este punto de vista, con la construcción del ferrocarril al Neuquén. Este recorre cien kilómetros en el valle del Río Colorado, desde 186 kilómetros aguas arriba de su desembocadura en el mar, y 200 en el valle del Río Negro, en la parte superior de su curso. Con esto, parte de los productos del Río Colorado tienen un recorrido por ferrocarril, hasta el Puerto de Bahía Blanca, que varía entre 170 y 270 kilómetros, y, parte de los del Río Negro, entre 350 y 550.

En cuanto á la navegación del Colorado, aunque con lanchas se pueda llegar hasta la primera Estación del Ferrocarril, sin embargo, comercialmente hablando, puede considerarse

limitada á la parte inferior del Río hasta Fortín Mercedes, es decir, en un largo de 55 kilómetros, de donde puedo comunicarse con el puerto de Bahía Blanca, por medio de embarcaciones de vela, con un trayecto de 130 kilómetros.

La navegación del Río Negro es mucho más importante. Actualmente recorren el río dos vaporcitos del Gobierno, que, durante cinco ó seis meses del año, pueden llegar hasta Roca, con un calado de 1,00 á 1,30 metros, limitando sus viajes, en aguas bajas, hasta Conesa ó Pringles.

Pero es indudable que, con dragar los pasos malos, y con vapores más apropiados, podría efectuarse una navegación regular durante todo el año y en todo el curso del río. La salida del río al mar es, así mismo, un poco difícil, por la barra que existe en su desembocadura; sin embargo, pasan regularmente por ella vaporcitos de tres á cuatro metros de calado y 400 toneladas de carga, aprovechando la alta marea, los que atracan en Patagones, donde encuentran fondo de cinco á seis metros en marea baja.

Por lo tanto, podría prescindirse de la navegación para el transporte de los productos agrícolas del valle del Río Colorado, pudiendo éste efectuarse con facilidad y economía por el ferrocarril, hasta Bahía Blanca. Pero no así para el valle del Río Negro y, especialmente, en su mitad inferior, que se encuentra fuera de la zona de acción del Ferrocarril al Neuquén. De modo que, en este río, habría notable conveniencia en conservar y mejorar la navegación actual, conciliando, en lo posible, los intereses antagónicos de la navegación y de la irrigación. Uno de los medios eficaces para llegar á tal resultado consiste en buscar de extender el riego, con preferencia, en los territorios inferiores, pues de este modo se conserva íntegro el caudal de agua en las partes superiores, y la sustracción se efectúa principalmente donde, por disminuir la pendiente y la velocidad, el cauce del río es más ancho y profundo, y, de consiguiente, son menos sensibles los efectos de una limitación en el volumen de las aguas.

§ 10 Consideraciones políticas

Tratándose de territorios desiertos y de los cuales será posible poblar solamente una pequeña parte, pueden también

influir consideraciones políticas para determinar las zonas que con preferencia deben ser colonizadas. Es muy probable que, bajo este punto de vista, se deban dirigir los esfuerzos hacia las márgenes de las costas marítimas, para formar al mismo tiempo una población costeña, que tanta falta hace para el desarrollo de la marina militar y comercial. Por otra parte, y por otras razones, podría también mediar un gran interés político en tomar posesión efectiva de los territorios elevados de la Cordillera.

§ 11 Conclusiones

De todo lo expuesto resulta:

a) Que es mucho más conveniente el riego de los valles que el de las altiplanicies, por la mayor fertilidad natural de los terrenos, por el mucho menor volumen de agua que ellos exigen, y que, en las dos regiones, está en la razón de 1 á 2 como dimensiones de canales, y de 1 á 4 como pérdida de agua efectiva, y, finalmente, por el menor desarrollo de los canales alimentadores, cuya relación, siempre en las dos regiones, puede variar de 1 á 10 hasta 1 á 30;

b) Que en los valles se obtendrán mejores resultados, regando con preferencia las zonas inferiores, por la mayor fertilidad de las tierras, por el clima más templado, por la mayor baratura de los fletes, y, finalmente, y en el caso del valle del Río Negro, por la conveniencia que hay para la navegación en no efectuar derivaciones en los trechos superiores del río. Por lo que se refiere á la irrigación de las zonas superiores, sus ventajas consisten tan solo en el menor largo que tendría el canal alimentador, debido á la mayor pendiente de los valles; pero esto, por lo general, no alcanza á compensar las demás numerosas circunstancias desfavorables;

c) También en las altiplanicies, median las mismas razones en favor del riego de las zonas inferiores. Hay, además, otra razón en favor, y es que, á causa de la disminución continua en la altura de las barrancas, en estas regiones, disminuye también el largo del canal alimentador, en lugar de aumentar como en los valles;

d) Que en los ríos Neuquén, Limay y Negro, no habrá necesidad de construir diques al través del cauce del río para efectuar las derivaciones, por cuanto habrá siempre, en el río mismo, agua suficiente para la alimentación de los canales, y porque será siempre posible encontrar localidades convenientes y seguras para colocar tomas;

e) Que en el Río Colorado, en muchos puntos, habrá conveniencia en efectuar derivaciones, con diques, aprovechando del fondo de roca dura, y en las zonas inferiores habría, tal vez, necesidad de hacerlo, si se tratase de grandes derivaciones, que absorban, en ciertas épocas, la totalidad de las aguas llevadas por el río;

f) Que, por lo que racionalmente puede deducirse, los terrenos del valle del Río Negro deben, en su generalidad, resultar más fértiles que los del valle del Colorado; sin embargo, hay también en éste excelentes zonas de campos, con la ventaja de más directas y fáciles vías de comunicación.

CAPÍTULO XII

AGUAS DISPONIBLES Y SU POTENCIALIDAD DE RIEGO

§ 1º Caudales de agua actualmente disponibles — § 2º Potencialidad actual de los ríos Colorado y Negro — § 3º Aumento artificial de los caudales de los ríos.

---

§ 1º Caudales de agua actualmente disponibles

En el Capítulo VI, fueron indicados los volúmenes mínimos de agua que, según los datos recojidos, se cree existen en los dos ríos. Aunque estos datos, por las razones expresadas, no pueden considerarse como rigurosamente exactos, ellos son no obstante, los únicos que tenemos y, de todos modos, los errores de que pudieran adolecer, no serán tales que puedan modificar fundamentalmente nuestras conclusiones, por cuanto éstas dependen también de otros factores que pueden ser más inciertos aún, como, por ejemplo, el consumo efectivo de agua.

De estos datos resulta, para el Río Colorado, un volumen mínimo de 40 m^3 por segundo, y de 400 m^3 para el Río Negro. Para el Río Colorado, el volumen mencionado es íntegramente disponible para el riego, habiéndose establecido, en el capítulo anterior que, sin mayores inconvenientes, puede prescindirse de tener en cuenta su posible navegación. Pero no sucede así en el caso del Río Negro, cuya navegación en buenas condiciones, se considera indispensable para la prosperidad agrícola y comercial del valle y de los territorios superiores. Á este respecto, debe observarse que, si los intereses de la navegación y de la irrigación son antagónicos, por cuanto es imposible sustraer el agua en favor del riego sin hacer bajar el nivel del río y perjudicar á su navegabilidad; por otra parte, no se debe olvidar que sería perfectamente inútil una fácil navegación sin productos que transportar. La solución más conveniente se hallará indudablemente en una transacción entre los dos intereses.

No es cuestión fácil determinar la potencialidad de riego de un río, aun cuando su régimen sea perfectamente conocido y determinada la ecuación de la curva de sus gastos. Evidentemente, no pueden servir de base de cálculo, la cantidad máxima que lleva el río ó la media, ni tampoco la mínima; pues á este último estado del río es posible que corresponda un período de riego también mínimo, en que haya un excedente de agua, aunque ésta escasée; mientras, por las variadas exigencias del riego, puede suceder, en otra época, que falte el agua, aunque ella sea más abundante.

El método más racional es determinar por cada mes el volumen de agua que normalmente lleva tal río, y el volumen necesario para el riego de una hectárea también por cada mes.

Divididos los primeros valores por los segundos, la mínima de estas relaciones representa la potencialidad de riego del río (*). El punto de la curva de los gastos, en que se verifica tal relación, podemos llamarlo *punto crítico*.

(*) Para obtener, en cifras, la potencialidad de riego de un río, bastará dividir el número de litros que lleva el río en un segundo, en el mes crítico, por la cantidad de agua, expresada también en litros por segundo, que requiere cada hectárea de terreno regado en el mismo mes: el cociente dará inmediatamente el número de las hectáreas regables, es decir, la potencialidad de riego del río,

Por ejemplo, en los ríos de las Provincias de Mendoza y San Juan, este punto crítico se verifica desde mediados de Octubre hasta mediados de Noviembre, porque en invierno, aunque el volumen que lleva el río sea menor, sobra el agua por ser innecesaria, como sobra tambièn en verano por ser ésta la época de las crecientes.

§ 2º Potencialidad de riego de los ríos Colorado y Negro

Pero el método arriba indicado es inaplicable en el caso que estudiamos, por cuanto no conocemos la curva de los gastos probables durante el año medio; es, por consiguiente, necesario buscar otro medio. Nuestra práctica, y los conocimientos que tenemos de los ríos superiores de las Provincias de Mendoza y San Juan, que son de la misma índole del Colorado, nos permiten fijar, sin temor de equivocaciones sensibles, entre 120 y 150 mil hectáreas la superficie de terreno regable con este último río, teniendo en cuenta que la mayor parte de este terreno se encuentra en los campos del mismo valle.

En cuanto al Río Negro, no pudiéndose prescindir en él de los intereses de la navegación, es indispensable, á falta de observaciones precisas, estudiar la cuestión bajo otro punto de vista, según las vagas indicaciones sobre el régimen del río, tal cual resultan en el Capítulo V, § 3º.

Refiriéndonos á los datos expuestos en él, puede establecerse que en los meses más calurosos, Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero, y en los cuales es máximo el consumo de agua (1,50 del consumo medio), el río se encuentra siempre en aguas altas, con 1000 á 2000 m^3 por lo menos; que en los meses más fríos, Abril, Mayo, Junio y Julio, el río se halla en el período de bajante hiemal, menos pronunciada que la del verano y con un mínimo de 600 á 800 metros, mientras el riego exije las menores cantidades de agua, (0.50 del medio), y, finalmente, que en los meses templados, Agosto, Setiembre, Febrero y Marzo, en los cuales el consumo de agua corresponde al medio, se verifica precisamente el período de extrema bajante (Febrero y Marzo), con un mínimo de 400 m^3 por segundo. Por lo tanto, estos dos meses representan la *época crítica* del río, es decir, la que determina su potencialidad de riego.

En los Capítulos VII, § 7°, VIII, § 9° se constató que existe una superficie fácilmente regable de 380 mil hectáreas, en el valle del Río Negro, otra de 52 mil en el del Neuquén y otra de 31 mil en el del Limay; agregando á éstas las zonas de los afluentes secundarios, de las que no se tuvo cuenta, las islas y rincones aislados, puede estimarse, en cifras redondas, en 500 mil hectáreas la superficie llana y regable del valle del Río Negro y sus tributarios.

Ahora bien, en el capítulo anterior se estableció, que el consumo medio efectivo para el riego de los valles, considerando recuperables todas las pérdidas, podría estimarse en 0,25 litros por segundo y por hectárea. Multiplicando esta cifra por la que representa la superficie indicada, á regarse, se obtiene finalmente la del consumo total, expresada por 125 m^3 por segundo; la que representa una sustracción inferior á la tercera parte de los 400 m^3 que lleva el río, en extrema bajante. Como esta sustracción se efectúa progresivamente á medida que avanza el río, resultará casi insensible en Roca, y en Choele-Choel alcanzará apenas la mitad del valor indicado.

Esto en la hipótesi de que se regaran por completo las 500 mil hectáreas de los valles del Río Negro y sus tributarios. Para llegar á este resultado, se requerirán, de todos modos, muchas decenas de años, y en este intérvalo se tendrá todo el tiempo suficiente para tener datos más precisos, tanto sobre el consumo del agua como sobre los caudales llevados por el río; de modo que podrán rehacerse oportunamente todos los cálculos y salvar cualquier error en que se pueda haber incurrido. Así mismo habrá tiempo de estudiar el modo de recuperar con dragados ú otras obras las honduras mermadas, donde podría ser dificultada la navegación.

§ 3°. Aumento artificial de los caudales de los ríos

Tanto en el Río Colorado como en el Río Negro, es posible aumentar considerablemente los caudales de estiaje, aprovechando oportunamente los lagos superiores, transformándolos en depósitos artificiales para almacenar en ellos las aguas sobrantes en otros períodos del año. Cuando se trate del modo de salvar el valle del Río Negro de los perjuicios de las

inundaciones, nos ocuparemos, con la detención necesaria, de esta interesantísima cuestión. Por el momento, nos limitaremos á indicar los resultados que pueden alcanzarse con estas obras en el aumento de los volúmenes de estiaje.

De lo dicho en el Capítulo IX § 1º resulta: que el Río Colorado es formado de la confluencia de los Ríos Grande y Barrancas; que el río Barrancas tiene origen en un gran lago de 35 $kms.^2$ de superficie, circundando de altas serranías; y que su cuenca tributaria es de 1900 $kms.^2$ Su emisario tiene un cauce de 15 metros de ancho, abierto en medio de un valle de 500 metros.

Ambos ríos son estivales, es decir, de una sola creciente, que empieza en Noviembre y termina en Enero, debida al derretimiento de las nieves acumuladas durante el invierno. El período crítico de los ríos de esa naturaleza se produce desde mediados de Setiembre hasta mediados de Noviembre, es decir, cuando en el llano ya hace calor, y la vegetación requiere riego, mientras en las serranías hay todavía frío bastante para que aún no se inicien los deshielos. Teniendo en cuenta tan solo estas circunstancias y careciendo de datos más precisos, puede establecerse que, cerrando absolutamente en el verano el lago Carrilauquén, se tendría agua más que suficiente, en ese período, con sólo la del Río Grande, y que las aguas, recogidas durante el verano en dicho lago, podrían devolverse al río después, en los meses críticos indicados.

Suponiendo una lluvia media anual en la cuenca tributaria del lago de $1.^{m}00$ (véase el Capítulo III) con una pérdida de 20 $^{o}/_{o}$, tendremos que en el lago se recogen anualmente 1520 millones de m^3 de agua, que, repartidos sobre toda la superficie del lago, alcanzarían la altura de más de 40 metros, no teniendo en cuenta el aumento de superficie que se verificaría en el espejo del lago. En estas condiciones, la obra resultaría demasiado costosa, y convendría reducir el embalse á unos 15 metros de altura. Teniendo en cuenta la gran pendiente que tiene el primer trecho del desagüe, sería relativamente fácil bajar el umbral del mismo de unos cuatro ó cinco metros, resultando, de este modo, una defensa de 10m. de alto para cerrar el valle, lo que puede conseguirse con terraplenes, sin peligro alguno.

En estas condiciones, el agua almacenada alcanzaría un volumen de 525 millones de m^3, los que, distribuidos en el período de los dos meses críticos, pueden suministrar 100 m^3 por segundo, y 70m^3 si se considerara alargado este período á tres meses. Con este aumento en las aguas de bajante, que dan solo 40m^3 actualmente, podría probablemente duplicarse la superficie regable del Río Colorado, aun cuando fuera necesario utilizar terrenos de mayor consumo de agua.

Por el momento, y por muchos años aún, podrá desarrollarse el riego del valle del Colorado sin necesidad alguna de recurrir á este aumento artificial. Sin embargo, no estaría demás efectuar algún estudio sumario, para determinar su eficacia y el costo de las obras con datos más precisos; pues, en caso de tener que tomar actualmente alguna determinación de importancia, podría ser muy útil conocer si, en caso de necesidad, se contaría ó no, más adelante, con más agua disponible, y cual sería, en el primer caso, su caudal y cual el costo de las obras que para conseguirla fuese necesario ejecutar.

Por lo que se refiere al Río Negro, se verá, cuando tratemos del embalse de los lagos del Limay como medio de evitar las inundaciones del valle, como, dejando dos metros en el alto de ese embalse á disposición de la regularización de sus gastos, se alcanza á tener una reserva de 1950 millones de m^3. Según los datos ya consignados (Capítulo V, § 3), hay en el Río Negro dos períodos de crecientes y dos de bajantes en el año, para cada uno de los cuales podrá aprovecharse la reserva indicada. La bajante más acentuada tiene lugar á fines del verano, desde mediados de Enero hasta mediados de Marzo; suponiendo esta reserva distribuida durante todo este período, se encuentra que su extrema bajante, de 400 m^3 por segundo, podría aumentarse con $\frac{1.900.000.000}{60 \times 86.400} = 360$ m^3 es decir, que podría, aproximadamente, duplicarse.

Ya se ha visto también, que las aguas actuales del Río Negro son suficientes para efectuar el riego de las 500 mil hectáreas de sus valles cultivables, sin perjudicar gran cosa á la navegación; de modo que el aumento del volúmen de agua, derivable del estancamiento de los lagos, no podría ser utilizado sino para el riego de las altiplanicies. El consumo

medio de agua para el riego de estos territorios, fué estimado, en el capítulo anterior, en litros 1,10 por segundo y por hectárea, y, sobre esta base, la superficie que podría regarse con esas aguas, adquiridas artificialmente, alcanzaría á 330 mil hectáreas (*).

De todo lo expuesto se deduce:

a) Que, con las aguas actualmente disponibles en el Río Colorado, y sacrificando completamente su navegabilidad, podrán regarse de 120 á 150 mil hectáreas;

b) Que transformando en depósito artificial el lago Carrilauquén, podría aumentarse considerablemente esta superficie de riego, hasta duplicarla;

c) Que con las aguas actuales disponibles en el Río Negro, sin perjudicar en modo sensible sus actuales condiciones de navegabilidad, se puede, con toda probabilidad, regar la totalidad de las 500 mil hectáreas cultivables que se encuentran en el valle de dicho Río y en los de sus tributarios;

d) Que, de todos modos, sin ninguna preocupación á tal respecto, puede iniciarse el riego de cien y hasta doscientas mil hectáreas, por cuanto, durante el período necesario para llegar á cultivar esa superficie, se tendrá tiempo de sobra para adquirir todos los datos necesarios á fin de rectificar los cálculos sobre bases mas seguras, y salvar cualquier error en que se hubiera incurrido.

e) Que, para derivar grandes volúmenes de agua en provecho de las altiplanicies, sin perjuicios sensibles para la navegación, será preciso procurarse el agua artificialmente, por medio de la transformación en depósitos de los lagos andinos, pudiéndose con tal medio proveer fácilmente al riego de 300 mil hectáreas;

f) Que, con todas las obras indicadas, será posible regar aproximadamente 300 mil hectáreas en el Colorado y 800 mil en el Río Negro, mejorando al mismo tiempo considerablemente la navegabilidad de este último.

(*) Se considera el consumo medio de litros 1.10, y no el consumo máximo por que á los meses de ese consumo corresponde el período de creciente, según queda indicado.

CAPÍTULO XIII

SISTEMAS DE RIEGO APLICABLES EN LAS DISTINTAS REGIONES

§ 1º Distintos métodos de riego aplicables en el valle del Río Negro. — § 2º Riego con inundación expontánea. — § 3º Riego por inundación artificial. — § 4º Riego con canales, por gravitación. — § 5º Riego con canales, por levantamiento mecánico del agua. — § 6º Irrigación hiemal. — § 7º Riego en los valles del Limay, Neuquén y Colorado. — § 8º Conclusiones.

---

§ 1º Distintos métodos de riego aplicables en el valle del Río Negro

En el parágrafo 3º del Capítulo X, han sido sumariamente indicados los distintos métodos que pueden ser aplicados en la irrigación.

Proponiéndonos ahora determinar cuales de ellos son más adaptables á las regiones objeto de estos estudios, dividiremos á éstas en tres categorías, que son: las partes llanas de los valles; las pampas de las altiplanicies y las faldas á suave inclinación, en que se transforman las barrancas en ciertos lugares, tanto del Río Negro como del Colorado.

Para el riego de las dos últimas categorías no hay otra forma posible que la usual de grandes canales; en otro capítulo se indicarán las zonas que se presentan bajo mejores auspicios, y las trazas de los canales que podrán ser estudiadas con mayor probabilidad de éxito.

Muy distintamente sucede con el riego de los valles, en los cuales pueden aplicarse métodos muy distintos, dependiendo éstos de un número considerable de circunstancias, que pueden influir en la elección de uno ú otro.

Se tratará particularmente del valle del Río Negro, para después aplicar á los demás las consecuencias deducidas en el estudio de éste.

La irrigación del valle del Río Negro puede efectuarse, según las circunstancias, aplicando cuatro métodos distintos, que son:

1°, Con inundación expontánea;
2°, Con inundación artificial;
3°, Con canales, por gravitación;
4°, Con canales por levantamiento mecánico del agua.

§ 2° RIEGO POR INUNDACIÓN EXPONTÁNEA

Debe partirse del principio fundamental, que las inundaciones del río son, en la actualidad, altamente beneficiosas para el valle, cuando no se verifican en el verano, y no superan una cierta altura. Como más detalladamente se dirá, también, en otro capítulo, es un hecho perfectamente constatado que, después de una inundación hiemal, las partes bañadas se cubren, por dos años de pastos abundantes, reinando en el valle la abundancia y el bienestar; mientras que, cuando se suceden tres ó cuatro años de sequía, el desierto y la despoblación reinan en él agregándose, á estos daños transitorios, la pérdida definitiva de grandes extensiones de campo, en parte, por la abrasión de la capa vegetal llevada por los vientos, y en parte, por la formación de médanos y arenales, consecuencias del mismo fenómeno. (Véase Capítulo VII § 3°).

Por lo tanto, si no se quiere que se verifiquen, en este valle, como en el antiguo Egipto, los siete años de vacas gordas alternados con otros tantos de vacas flacas, y que el mismo valle no vaya, lenta pero irremisiblemente, á perderse para siempre, es absolutamente necesario proceder á lo menos á conservar su superficie en un estado de vejetación permanente; lo que no puede obtenerse en un tiempo breve y económicamente, sino por medio de las inundaciones, buscando, en lo posible, regularizarlas y disciplinarlas.

A este respecto pueden hacerse tres hipótesis distintas, que pueden corresponder á otros tantos períodos de acción siempre más eficaz.

Primeramente, puede suponerse que, por cualquier motivo, no sea posible hacer nada importante por algunos años. Entonces, no habrá otro recurso que esperar que la Providencia envíe una inundación, á lo menos cada dos años, y buscar de

precaverse de los perjuicios en caso de ser demasiado altas con las medidas que serán indicados en el Capítulo XVII.

Una segunda hipótesi es que se quiera hacer algo por el momento, pero con medios limitados. En este caso, es convicción absoluta de esta Comisión que el beneficio mayor é inmediato se obtendría con la transformación de los lagos en depósitos artificiales, de que se hablará en seguida; transformación que, efectuada al objeto principal de regularizar el régimen del Río Negro, podría aprovecharse aún para producir cada año una creciente é inundación artificial en la época, altura y duración que se estimen más convenientes.

Dos grandes beneficios se obtendrían inmediatamente con este medio, sencillo y económico.

Recordamos que existen en el valle extensas zonas de terrenos, no demasiado altas ni demasiado bajas, en las cuales es posible efectuar el cultivo aprovechando de la humedad que sale por capilaridad del subsuelo (véase Capitulo VII, § 4°). Este método se ha practicado con provecho durante algunos años; pero al presente se encuentra casi totalmente abandonado por la incertidumbre del resultado, debido á las inundaciones ó á la falta ó insuficiencia de humedad en los años de aguas bajas en el río. Regularizando el régimen de éste, á un nivel mucho más constante durante todo el año, y suprimidas las funestas inundaciones de verano, las circunstancias cambiarían inmediatamente. Sin más obras, podrían cultivarse decenas de miles de hectáreas, las más fértiles, en las islas, rinconadas y playas, con toda seguridad, porque las inundaciones perjudiciales habrán desaparecido, y la humedad del suelo tendrá un nivel mucho más uniforme.

Haremos presente que estos terrenos, los primeros en ser beneficiados, además de ser los mejores, representan precisamente la parte más despareja del valle y, por consiguiente, la que será más difícil de regar con los métodos ordinarios.

Los otros terrenos, que quedarían inmediatamente beneficiados con la regularización del régimen del río, son los que constituyen la parte interna y más baja de los grandes valles parciales, que, como se ha descripto en el Capítulo VII, § 3°, son recorridos por un arroyo ó salado que, seco en estado

de estiaje, lleva agua cuando el río aumenta, y desborda luego, iniciando las inundaciones.

Estas zonas, precisamente por encontrarse muy expuestas á las inundaciones, son las más desiertas, y se hallan absolutamente despobladas de casas y corrales; de modo que, una inundación periódica de las mismas, no puede traer perjuicio alguno á los propietarios. Al contrario, cuando las inundaciones estén limitadas á una altura conveniente y se produzcan en épocas oportunas, esas zonas podrán transformarse cuando menos, en magníficos alfalfares, en una extensión no inferior á 100 ó 120 mil hectáreas.

§ 3º Riego por inundación artificial

Éste corresponde á la tercera de las hipótesis indicadas en el parágrafo anterior. Es mucho más perfecto pero más costoso: puede obtenerse aplicando, en menor escala, el mismo sistema que se usa en el valle del alto y medio Egipto. En el Capítulo X, § 3º, hablando de los varios sistemas de irrigación, fué sumariamente descripto este sistema que, con espléndidos resultados prácticos, se usa en aquellas regiones desde tiempo inmemorial, y respecto del cual existen fundadas razones para creer que podrá aplicarse con éxito en muchas zonas de los valles, objeto del presente estudio.

Teniendo presente la forma característica cóncava, perfectamente igual á la del valle del Nilo, que afectan los terrenos del valle del Río Negro, con un arroyo en su parte media (salado), que ocupa la parte de mayor depresión, es fácil imaginarse el mismo valle dividido en tantas secciones, por medio de terraplenes transversales, interrumpidos por un puente provisto de compuertas, en el punto que atraviesen el arroyo. Si estos terraplenes se construyen á la altura y distancia convenientes, uno de otro, con solo cerrar las compuertas de uno, el agua que corre en el arroyo se verá obligada á levantarse y á cubrir todo el espacio comprendido entre dos terraplenes, inundando una sección entera.

Para mayor claridad, supongamos un caso concreto, como lo demuestra la Lámina Nº VII, en la que se presenta el plano acotado de una fracción del valle, con las obras necesarias para su irrigación.

La pendiente general del mismo es, próximamente, de 30 centímetros por kilómetro, estando su altimetría representada por curvas de nivel de 50 centímetros de equidistancia. Á cada metro de desnivel, se supone construido un terraplén de 1.50 metros de altura, que resulta de 1,00 m. de desnivel en la fracción de campo comprendida entre dos terraplenes consecutivos, de 20 centímetros de agua en su parte más elevada, y de 30 centímetros libres sobre el nivel máximo del agua. Una compuerta, del largo de 8 metros y de 3 de alto, del mismo sistema que se indicará para los embalses de los lagos, separa ó pone en comunicación un estanque con otro.

Supóngase que un caudal de agua continuo, del volumen necesario, corra por el cauce del arroyo, y que, en la época oportuna, se empieza por cerrar la última compuerta inferior: el agua subirá, en el último estanque, hasta cubrir toda su superficie; se cerrará entonces la penúltima compuerta, procediéndose á inundar el estanque superior; y así sucesivamente.

Cuando se juzga que el estanque primeramente inundado ha sido bañado lo suficiente, se abre la última compuerta, y aquel se vacía completamente, devolviendo al río el agua no absorbida; lo mismo se hará sucesivamente con los demás.

Se comprende que se podría también proceder á la inversa, como se practica en Egipto, es decir, empezando la inundación en el estanque superior y siguiendo en orden descendente. La ventaja de este último método es la de poder aprovechar el volumen de agua contenido en un estanque para inundar el inferior: su desventaja, consiste en que no se tiene la libertad completa de vaciar los estanques cuando se estime más oportuno, como puede efectuarse con el primer método.

Con este sistema, se aprovecha como canal de riego y de desagüe el arroyo ó salado ya existente, haciéndosele solo aquellos arreglos que sean necesarios para regularizar su cauce. Los gastos se concretan á esos arreglos. al establecimiento de una toma, al principio del arroyo, y á la construcción de los terraplenes con sus correspondientes compuertas. Pero, en caso de no regularizarse el régimen del río con los embalses de los lagos, sería necesario agregar otro terra-

plén, paralelo al río, para defenderse de sus inundaciones, á menos que se prefiera quedar expuestos á esas eventualidades.

Las ventajas son importantísimas, especialmente por cuanto responde á la economía de los gastos de instalación y ejercicio de la irrigación.

No es necesario emparejar el campo, pues bajo la altura del agua de la inundación, desaparecen las irregularidades del terreno.

Produciendo una inundación en verano, durante 20 ó 30 días, y con agua estancada, se limpian los campos de los arbustos, malezas é insectos que los infestan, pues no hay planta ó animal que resista á un tratamiento de esta naturaleza. Esto tiene una especial importancia para los terrenos cubiertos de arbustos de sierra, cuyo desmonte, hecho en otra forma, importaría no menos de $ m/n 10 á 20 la hectárea.

La mano de obra para el riego resulta insignificante, pues con solo abrir ó cerrar una compuerta unas cuantas veces por año, se riegan de un golpe superficies de cuatro á seis mil hectáreas.

No es de absoluta necesidad la regularización de los lagos para la formación de crecientes artificiales en el río; por que, á cualquier altura de su nivel, es posible hacer entrar el agua en los arroyos ó salados, levantándola después por medio de las compuertas.

El único inconveniente serio, propio de este sistema de riego, es la imposibilidad de efectuar con él inundaciones de verano, cuando haya vegetación en pié, pues ésta sería inevitablemente perdida.

Para potreros de alfalfa esta limitación no importa perjuicio alguno; pues, para plantas de raíces profundas, son suficientes, sin duda alguna, una ó dos inundaciones en el período comprendido entre mediados de otoño y principios de primavera. Para los demás productos agrícolas, con raíces superficiales, el resultado no es tan seguro, aun cuando todos los estancieros de la localidad, preguntados sobre este particular, opinan favorablemente; contando sobre la humedad del subsuelo, una vez que la planta haya brotado y hechado raíces. De todos modos, algunos experimentos, aún en pequeña escala, resolverían completamente la cuestión.

En el Egipto se riega, en efecto, una sola vez antes de sembrar, pero allí los muy abundantes rocíos compensan las lluvias, fenómeno que en el Río Negro no se produce, sino en las mañanas sin viento, las que son una rareza.

El costo de la sistemación de un valle, en la forma indicada, depende principalmente de su pendiente general, pues es claro que, si un campo tiene pendiente doble de otro, será necesario duplicar el número de los terraplenes ó construirlos el doble más altos, para cubrir la misma área. Esta circunstancia no permite la aplicación conveniente de este sistema á valles cuya pendiente general supere á 30 ó 40 centímetros por kilómetro; lo que, en nuestro caso, significa que no puede adoptarse sinó de Negro Muerto ó cuando más de Choele-Choel aguas abajo. Por otra parte, como en el costo total entran en juego otros elementos, para cada caso se deberá siempre formular un cómputo especial. La gran utilidad de este sistema resulta, en Egipto, de la pendiente limitada del valle, algo inferior á 10 centímetros por kilómetro.

Para formarse una idea precisa de la importancia de las obras á construirse para regar en la forma de que se trata, se pensó en efectuar el levantamiento altimétrico de una fracción de valle para estudiar en ella un caso concreto. Se inició el trabajo, pero las primeras inundaciones de Mayo penetraron por el salado, cubriendo los terrenos é impidiendo la prosecución del estudio. Entonces fué necesario elejir otra zona más elevada y sin salado que la atravesara, cuyo plano acotado figura en la Lámina VII, siendo, por lo tanto, imaginario el salado que figura en él.

Además, resultando demasiado fuerte la inclinación de la parte de valle estudiada, para aplicar convenientemente en ella esta forma de riego, se consideró dicha pendiente reducida á la mitad.

La superficie inundable del plano, es de 3880 hectáreas, divididas en tres secciones por medio de cuatro terraplenes transversales que siguen muy aproximadamente las curvas de nivel del terreno.

Según los datos que figuran en la misma Lámina, los gastos pueden estimarse, sumariamente, como sigue:

Terraplenes de 1.50 m. de alto: 19.000 ml. á $ 2.50	$ m/n	47.500 —
Compuertas: 4 á $ 3500 . . . . , ...	» »	14.000 —
Regularización del arroyo existente: 9.500 ml. á $ 1.00	» »	9500 —
Construcción de la boca-toma del arroyo. . .	» »	10.000 —
Suma.	$ m/n	81.000 —
En caso de querer defenderse de las inundaciones del lado del río, sería preciso agregar otro terraplén del largo de 7.700 m. y de una altura de 2 metros, lo que importaría 7.700 ml. á $ 7.00	» »	53.900 —
Suma.	$ m/n	134.900 —

Agregando una cantidad para estudios, administración é imprevistos, el monto total de estas obras sería, en cifras redondas de $ 90.000, en el primer caso y de $ 150.000 en el segundo, es decir, comprendidas las defensas contra el río.

Esto representa un costo de $ 23.00 y $ 40.00 respectivamente por cada hectárea, es decir, un recargo de intereses anuales de $ 2.30 á $ 4.00 por hectárea, lo que es relativamente muy poco, si se tiene en cuenta que la mano de obra para el riego es casi nula, y que se ahorran los gastos de emparejamiento y desmonte; los cuales, en la mayoría de los casos, importarían por sí solos una erogación mayor de la indicada.

§ 4º Riego con canales, por gravitación

Al contrario del riego por inundaciones, el practicado por canales resulta tanto más económico cuanto más fuerte es la inclinación del terreno (á lo menos hasta el límite de 2 á 3 por mil para los casos ordinarios), porque más corto resulta la parte de canal alimentador, ó no utilizable, y porque es posible reducir al mínimo la sección del canal, dando al agua el máximo de velocidad compatible con la resistencia del mismo terreno.

Las aguas del Río Negro, especialmente en tiempo de crecientes, son siempre algo turbias, con arena fina en suspensión; de modo que la velocidad del agua en los canales

no puede disminuirse indefinidamente, como podría hacerse en aguas absolutamente claras, sin peligro de tener después embanques muy molestos. Se considera que, en esta clase de aguas, la velocidad media no debe admitirse menor de 60 centímetros por segundo.

Conforme á lo indicado en el Capítulo XI § 6°, se estima que, el consumo de agua del riego por canales, resulta en promedio de 0,60 litros por segundo y por hectárea, correspondiéndole un consumo máximo de 0,90 litros, que es para el cual deben construirse los canales.

Sobre esta base tendremos las siguientes relaciones entre la superficie de riego de cada canal y sus pendientes mínimas, deducidas de la conocida fórmula de Kutter, y sirviéndonos, para fijar las dimensiones de los canales de la relación:

$$b = (4 + 0,075\,A)\,a;$$

en la que b es el ancho medio del canal, a la altura del agua en él y A el área de la sección mojada:

				Pendiente necesaria al canal		
Para regar	1000	hectáreas:		0,780	por	km.
Id	2000	»		0,500	»	»
Id	5000	»		0,260	»	»
Id	10.000	»		0,170	»	»
Id	15.000	»		0,130	»	»
Id	20.000	»		0,100	»	»
Id	30.000	»		0,090	»	»

Restando las cifras del cuadro anterior de la pendiente propia del valle, se tendrá inmediatamente la cifra indicando cuanto podrá levantarse el canal por cada kilómetro, ó más propiamente, la que indica cuanto disminuye la diferencia de nivel entre el agua y el terreno en dicha distancia. Conociendo el desnivel entre el estiaje del río y la superficie del valle, se podrá determinar el largo que deba tener el canal á fin que sus aguas alcancen la superficie donde se puede iniciar el riego; á este trozo de canal es al que se llama canal alimentador (véase Capítulo XI § 8°). El largo excesivo de este canal es doblemente perjudicial, porque aumenta los gastos sin utilidad correspondiente y porque priva de riego á toda la zona de su recorrido, donde el nivel del agua es más bajo que el terreno.

Si se considera un desnivel medio de 3 metros entre la superficie del valle y el estiaje del río, y se establece que no conviene exceder de cinco á siete kilómetros el largo del canal alimentador, los cálculos siguientes determinan la superficie mínima de riego, desde la cual es posible construir canales en cada parte del valle, en relación á la pendiente propia de éste, siempre en el concepto que el canal alimentador no supere el largo indicado.

Por ejemplo: Para un valle que tenga una pendiente propia de 1,50 por mil, podrían construirse canales para el riego de 1000 hectáreas, pues el canal empezará á actuar á

$$\frac{3{,}00}{1{,}50-0{,}78} = 4{,}18 \text{ kms.}$$

del arranque del canal alimentadór.

Para un valle con pendiente uno por mil, podrán construirse canales para regar de 2000 hectáreas arriba, pues la acción del canal empezará á los

$$\frac{3.00}{1{,}00-0{,}50} = 6.00 \text{ kms.}$$

Para un valle con pendiente de 0,75 por mil, se podrán construir canales para 5000 hectáreas, pues tendremos

$$\frac{3{,}00}{0{,}75-0{,}26} = 6{,}00 \text{ kms.}$$

Para valles con pendiente de 0,60 por mil, no conviene construir canales que no puedan regar de 15.000 hectáreas arriba, pues se tiene

$$\frac{3{,}00}{0{,}60-0{,}13} = 6{,}30 \text{ kms.}$$

Para valles con pendiente de 0,50 por mil, no conviene construir canales que no puedan regar de 30,000 hectáreas arriba, pues se tiene

$$\frac{3{,}00}{6{,}50-0{,}09} = 7{,}30 \text{ kms.}$$

Para valles con pendiente inferior á 0,50 por mil, no convendría construir canales en las condiciones indicadas; así, por ejemplo, para un valle con pendiente de 0,30 por mil, sería necesario 15 kilómetros de canal alimentador, aunque fuera para regar 30.000 hectáreas.

De estos antecedentes resulta que:

Para el Alto Limay y el Alto Neuquén, cuyos valles tienen, por lo general, una pendiente kilométrica igual ó mayor de

1,50 por mil, se podrá, convenientemente, construir pequeños canales para extensiones de 1000 hectáreas, por cuanto el riego podrá allí empezar á 3 ó 4 kilómetros de su boca-toma. En los últimos 150 ó 200 kilómetros de los mismos ríos, donde la pendiente de los valles desciende á uno por mil, ya será necesario construir canales para 2.000 y 3.000 hectáreas.

Para la primera parte del Río Negro, desde la Confluencia hasta Chelforó, variando la pendiente del valle de 0,75 á 0.60 por mil, será necesario aumentar los canales para 5.000 á 15.000 hectáreas, si se quiere empezar á regar después de los 6 kilómetros.

Para el mismo valle, desde Chelferó á Negro Muerto, bajando la inclinación del valle á 0,50 por mil, sería necesario establecer canales para una capacidad de riego de 20.000 á 30.000 hectáreas.

Para todo lo restante del valle, con pendientes que varían de 0,40 á 0,16 por mil, aun en los canales para 20 y 30 mil hectáreas, no será posible empezar el riego sinó á los 10 ó 20 kilómetros de su boca-toma, lo que los hará costosos y casi inútiles, en los valles de limitada longitud.

Es bien entendido, que estas restricciones no son tan absolutas y categóricas que no puedan admitir transacciones. Tanto los hechos físicos como las condiciones de economía tienen, en problemas de esta naturaleza, una cierta elasticidad que permite salir de los límites establecidos. Por ejemplo, es muy posible que en unos casos la diferencia de nivel entre el terreno á regarse y el estiaje del río resulte inferior á los 3 metros considerados como, también es seguro, que, en caso de regularizarse el régimen del río, este desnivel será naturalmente disminuido.

La velocidad mínima de 0.60 metros podrá quizá disminuirse á 0.50 ó 0.40 en las partes inferiores del río, donde los materiales llevados por las aguas son más finos, como también podrá disminuirse sometiendo los canales á una limpieza periódica, como se usa en Egipto.

Además, existen angosturas donde hay espacio suficiente para establecer un canal al pié de las barrancas, sin grandes dificultades y, de este modo, pasar el agua de un valle parcial al siguiente, sin necesidad de nuevas tomas,

Pero, de cualquier modo, queda indiscutiblemente demostrado que desde Chelforó ó Choele-Choel, aguas abajo, no es posible construir sinó grandes canales, á fin que ellos puedan tener una pendiente muy limitada y salir, á los pocos kilómetros, á la superficie del valle.

§ 5° Riego por canales, con levantamiento mecánico del agua

Es quizá ésta la forma más antigua de riego que se conozca, pues para los pueblos primitivos era operación más fácil sacar, por ejemplo, el agua de un pozo que excavar un canal y construir una toma. Esos pueblos usaban maquinarias toscas, movidas á brazo de hombre ó por animales; el Egipto sólo cuenta aún con millares de tales aparatos. Sin embargo, su aplicación en gran escala es muy reciente, y se debe á los progresos de la mecánica. Las primeras grandes instalaciones se efectuaron usando motores hidráulicos; pero, las grandes mejoras introducidas en los últimos años en el funcionamiento y consumo de carbón de las máquinas á vapor, han permitido también la aplicación de éstas. En Egipto, se levantan ríos enteros con este método, hasta 4 ó 5 metros de altura; en Francia, es muy común para las inundaciones de los viñedos filoxerados, y allí, como en Bélgica, se usa también este sistema de provisión de agua para alimentar canales de navegación, colocando una instalación debajo de cada esclusa para elevar al agua hasta el trozo de canal superior (1). En los casos ordinarios, este método puede considerarse útilmente aplicable tan sólo donde resulta excesivamente costosa la construcción de un canal, y donde la altura á que debe levantarse el agua es muy limitada.

La cosa es muy sencilla: se trata de establecer en puntos elegidos, en la orilla de un río, de un lago ó laguna, una ó más máquinas hidróforas (sean éstas la cóclea de Arquímedes, bombas centrífugas ú otras), movidas por máquinas á vapor del sistema más conveniente en los diferentes casos.

La cuestión es puramente económica: se reduce á estimar si, en ciertos casos, y teniendo en cuenta todas las circuns-

(1) Recientemente, acaba de inaugurarse solemnemente, en Alemania, el canal de navegación de Dortmund al Mar del Norte, en el que han tenido una importante aplicación las instalaciones de levantamiento mecánico del agua.

tancias concurrentes, conviene más llevar el agua á la superficie del terreno, por gravitación, construyendo largos canales, ó levantarla mecánicamente.

Pueden presentarse, en nuestras circunstancias, los tres casos siguientes:

Que la instalación mecánica resulte absolutamente necesaria;

Que resulte conveniente, en caracter permanente;

Que convenga tan sólo provisoriamente, por un tiempo limitado.

El primer caso se verifica cuando no existe espacio suficiente para desarrollar el canal alimentador. En estas condiciones, se encuentran todas las islas (con excepción de la de Choele-Choel); todos los rincones y fajas aisladas por angosturas del resto del valle; y la parte superior de los grandes valles, en que el nivel del agua es más bajo que la superficie del terreno, es decir, todo el trecho correspondiente al canal alimentador. Exceptúanse, por supuesto, los lugares donde la angostura superior puede dar paso á un canal.

El segundo caso se verifica cuando la construcción de un canal es tan difícil y costosa que, al fin, resulte más barata el agua levantada con máquinas. Este caso puede suceder en el valle del Río Negro, ó por resultar demasiado largo el canal alimentador, ó por ser la zona de terreno á regarse demasiado angosta.

El tercer caso se presenta cuando la instalación mecánica es destinada á ser sustituida con un canal por gravitación. Como éste será, tal vez, el caso más común, ó á lo menos el que tendrá mayores aplicaciones, lo trataremos un poco más detenidamente, á fin de que resulte claro é indiscutible la utilidad de una instalación mecánica provisoria.

En el parágrafo anterior se demostró cómo en la mayor y mejor parte del valle del Río Negro, y en parte también del Colorado, no sería posible, dada la limitada pendiente de los valles, construir canales de riego, sino para superficies no inferiores á 20 ó 30 mil héctáreas. En el último capítulo de esta memoria, se dirá como estos grandes canales exigen necesariamente una larga serie de años, para que sea utilizada una parte apreciable de sus aguas; perdiéndose en este período

de semi-inacción, los intereses de los capitales invertidos y los gastos de conservación y administración. Por lo tanto, ambas causas acarrean como consecuencia ineludible, un costo elevadísimo del agua, en los primeros años de ejercicio de un gran canal, por cada hectárea efectivamente regada.

Si este grave inconveniente no puede, en la mayoría de los casos, evitarse, no queda sino afrontar esta situación sin titubear, con el convencimiento y la fé en un resultado final útil, pero si existe un medio para evitar este período inicial de expectativa é inacción de los grandes capitales, no hay razón para no adoptarlo.

En la parte llana del valle, este medio existe, y es, precisamente, el de iniciar, provisoriamente, el riego con levantamiento mecánico, también en esas partes donde resulta que un gran canal «en plena actividad» puede suministrar el agua á menor precio que las máquinas.

Las razones son muchas y muy importantes:

1ª No habrá pérdida de tiempo.

Para estudiar, construir y poner en servicio un gran canal, se requiere por lo menos cuatro años, durante los cuales quedaría paralizada toda iniciativa de colonización, mientras que, con maquinarias á vapor, en seis meses podrían estar listos varios centros agrícolas, de dos mil hectáreas cada uno.

2ª No habrá pérdida de dinero.

Aun cuando el establecimiento mecánico resulte provisorio y que, después de un cierto número de años, se reconozca la conveniencia de sustituirlo por un canal, las sumas invertidas en él serán recuperadas con los intereses y gastos de conservación y administración, ahorrados con la menor duración del período inactivo, ó poco activo del canal.

Un canal para el riego de 20 mil hectáreas importará, cuando menos, un gasto de 500 mil pesos; es decir, un cargo anual de 40 mil pesos por intereses y 20 mil por gastos de administración, y conservación, ó sea un total de 60 mil pesos. Como se verá en seguida, una instalación mecánica, para 2000 hectáreas, importa un gasto total de 50 mil pesos; de modo que un sólo año de menor inactividad del canal compensará holgadamente la instalación provisoria, aún consideran-

do nulo el valor de ésta, cuando el canal que la sustituya empiece á proveer agua.

3ª Los riesgos serán considerablemente menores.

Efectuado, con capitales reducidos, un experimento en escala suficientemente grande, todos los problemas que pueden influir sobre el resultado económico definitivo serán prácticamente resueltos, sin dejar lugar á duda.

El consumo de agua será perfectamente determinado, y con él las dimensiones de los canales; los gastos de cultivo, la cantidad de los varios productos obtenidos, el precio de éstos, los fletes, etc., todo será fijado por datos prácticos; de modo que la construcción del gran canal podrá iniciarse sobre cálculos absolutamente ciertos. Además, apenas entre á funcionar el canal, tendrá una clientela ya formada, y convencida del beneficio económico de la operación. Diremos más: en el caso que, por cualquier circunstancia, no resultara aun conveniente ó remuneradora la agricultura en esas regiones, se habrá llegado á tan triste convencimiento con los menores gastos y perjuicios posibles.

4ª No habrá necesidad de expropiar terrenos.

Fuera del Departamento Roca y la isla de Choele-Choel, el Estado no posee extensiones de tierra como para construir grandes canales en ellas, mientras tiene, en Pringles, Conesa y Viedma, algunos miles de hectáreas muy á propósito para iniciar el cultivo en escala reducida. De todos modos, será mucho más fácil entenderse con un solo propietario para la adquisición (ó cualquiera otra forma de arreglo) de una ó dos leguas de campo, que con una serie de propietarios, por 20 ó 30 leguas.

5ª La experiencia abarcaría terrenos y climas distintos.

No sería posible, ni quizá convendría, empezar contemporáneamente la construcción de varios canales en el valle.

Muy probablemente se empezaría con uno, y la experiencia adquirida en él no sería extrictamente aplicable sinó al clima y terreno de la misma localidad. Otro sería el resultado, si el mismo dinero y el mismo tiempo se ocupara en crear cinco ó seis estaciones en puntos distintos, en cada uno de los cuales fuese posible resolver, en cifras concretas, todas las cuestiones que interesan á este problema, es decir,

cuales son las producciones que mejor se adapten, en cada localidad; cual el producto efectivo de cada una; cual el consumo de agua, etc.; de modo que, como se indicó anteriormente, después de dos ó tres años el Estado y las empresas particulares, tendrían los elementos necesarios para formular sus cálculos de un modo perfectamente cierto y práctico.

6ª Tratándose de zonas relativamente limitadas, será más fácil elegirlas entre las menos expuestas á las inundaciones, ó defenderlas mientras no se ejecuten las obras de regularización del régimen del río.

7ª Una última y no despreciable ventaja es que los presupuestos de gastos serían mucho más exactos y casi sin contingencias ó eventualidades posibles.

Lo que cuesta una máquina á vapor, y el carbón que consume, se sabe perfectamente, y las obras á construirse, siendo limitadas á cortos y pequeños canales, sin tomas ni otras construcciones, no ofrecen probabilidad de error.

Presentamos aquí un presupuesto sumario para una estación agrícola de dos mil hectáreas.

En el Capítulo XI, § 6°, quedó establecido que para el riego de estos terrenos, sin gran desarrollo de canales, se estimaba suficiente un consumo medio de 0,40 litros por segundo y por hectárea, con un máximo de 0,60.

La altura á la cual deberá levantarse el agua es variable según los estados del río. Anteriormente, se indicó en tres metros el desnivel máximo entre el estiaje del río y la superficie de los terrenos; consideraremos este desnivel como constante, también para las máquinas, aun cuando para éstas disminuya tal altura en los períodos en que el río se encuentre á un nivel más elevado.

Como máquina á vapor, proponemos un tipo intermedio entre los locomóviles de fácil instalación, pero de gran consumo de combustible, y las máquinas fijas, de poco consumo pero cuya instalación es muy costosa. El tipo que se propone es el de máquinas semi-fijas con condensación y con un consumo de 1,10 kilógramos por caballo y por hora. Para las máquinas hidróforas elegiremos una centrífuga de un rendimiento de 60 por ciento.

La fuerza máxima de la máquina, para el riego de dos mil

hectáreas á razón de 0.60 litros por segundo y por hectárea, á levantarse á una altura de tres metros, será:

$\frac{2000 \times 0.60 \times 3.00}{75 \times 0.60} = 80$ caballos, mientras el consumo de carbón calculado sobre el levantamiento medio de 0.40 litros correspondería á las dos terceras partes de 80 caballos, es decir, 53 caballos, y será: 53 × 1.10 × 24 × 360 = 504 toneladas de carbón de piedra ó sea 252 kilógramos al año por cada hectárea regada.

En el valle abunda el sauce colorado, que dá leña liviana, pero perfectamente combustible, y que puede emplearse en sustitución del carbón de piedra, en casi toda su extensión. Se fija á esta madera el peso de 600 kilógramos por metro cúbico y un calor específico dos veces y medio menor que el del carbón de piedra, es decir, se calcula que se necesitan dos toneladas y media de leña para producir el mismo efecto de una tonelada de carbón.

Sobre esta base tendremos que para el riego de 2.000 hectáreas, se consumirían 1.260 toneladas de leña al año ó sea 630 kilógramos por cada hectárea, lo que equivale á menos de una carrada por hectárea y por año.

Aunque las máquinas grandes trabajan con más economía que las chicas, no obstante, para mayor garantía y seguridad del servicio, y también porque en las distintas épocas del año la cantidad de agua levantada varía en la proporción de uno á tres, supondremos que, para una instalación de dos mil hectáreas, se establezcan dos máquinas de 40 caballos cada una con las correspondientes centrífugas.

El presupuesto será el siguiente:

GASTOS DE EXPLOTACION

	$ m/n	c/l
Intereses y amortización. Se avalua un promedio del 15 % del costo total (véase página siguiente)............	7.500	00
Personal. Un mecánico á $ m/n 200, dos ayudantes á $ m/n 120 y dos peones á $ m/n 60. Total $ m/n 560 mensual. Por año	6.720	00
Carbón de piedra. Se avalua el costo promedio en la localidad á $ m/n 30 la tonelada. 504 ton. á $ m/n 30.00..	15.120	00
Aceite, estopa, reparaciones, etc......................	2.660	00
TOTAL $ m/n......	32.000	00

COSTO DE INSTALACION DE UNA ESTACION DE RIEGO

	$ m/n ORO SELLADO		$ m/n c/l	
Dos motores semi-fijos con alta y baja presión y condensación c/u de 40 caballos de fuerza	10.000	00		
Dos bombas contrífugas de 600 litros de capacidad por segundo, con los tubos correspondientes	1.000	00		
Herramientas, útiles, correas, etc	1.000	00		
Flete de Europa á Bahía Blanca	350	00		
Gastos de carga y descarga			250	00
Flete de Bahía Blanca al lugar de la instalación			1.000	00
Montaje de las maquinarias			2.000	00
Galpón para las máquinas, con capacidad para taller y habitación del personal			5.000	00
Canales de riego			10.000	00
	12.350	00	18.250	00
Premio del oro 235 %; $ oro 12350 m/n =			29.022	50
			47.272	50
Imprevistos			2.727	50
SUMA TOTAL			50.000	00

Si, en lugar de carbón de piedra se usara leña de sauce, valuada en $ m/n 6.00 la tonelada, tendríamos para el combustible: 504 × 2.50 × 6.00 = $ m/n 7.560,00 en lugar de $ m/n 15.120,00 y los gastos de explotación se reducen entonces, en cifras redondas á $ m/n 24.000,00.

Se ha dicho anteriormente que la leña necesaria para el riego es de 630 kilógramos por hectárea y por año, es decir, menos de una carrada. Es posible que sea más conveniente

para los colonos contribuir con una carrada de leña por cada hectárea regada, en lugar de la contribución en dinero. En este caso, el gasto anual se reduce á $ m/n 17.000,00

Resumiendo, llegamos á las siguientes conclusiones:

Que el riego con máquinas elevadoras á vapor, calculando todo, intereses, amortización, personal y combustible de carbón de piedra, importaría un gasto de $ m/n 16,00 por hectárea y por año.

Que donde se puede obtener leña de sauce á $ m/n 6,00 la tonelada este gasto se reduce á $ m/n 12,00.

Que quedando la provisión de leña á cargo del colono á razón de una carrada por cada hectárea al año, el gasto sería solo de $ m/n 8,50, cifra que todavía podría reducirse hasta $ m/n 5,00, si el Gobierno quisiera perder los intereses del capital de instalación.

El uso de la leña de sauce como combustible podría regularizarse convenientemente en pocos años, creando al rededor de cada establecimiento un bosque de ellos. En la descripción del valle del Río Negro (Capítulo VII, § 4°) se ha hablado del prodigioso crecimiento de este árbol, en las orillas del agua. Según cálculos hechos, basados en datos recogidos en el valle mismo, un bosque de sauces podría cortarse cada ocho años, suministrando 150 toneladadas de leña seca por cada corte, lo que equivale á 19 toneladas por año. Hemos visto, anteriormente que el riego de una hectárea exige un consumo de 630 kg. de leña al año. Estas cifras demuestran que una hectárea de bosques de sauce podría permanentemente dar leña para el riego de 30 hectáreas con un gasto insignificante, por cuanto no habría casi transportes.

§ 6° Irrigación hiemal

Se usa el riego hiemal, principalmente, para tener pasto verde también en invierno, para la alimentación de las vacas lecheras, á fin de que no disminuya este producto, cosa que sucedería con la alimentación seca; y se dijo también, en el Capítulo X, § 2°, como este resultado se obtiene, haciendo correr contínuamente sobre el campo un velo de agua á temperatura lo suficientemente elevada para conservar la vegetación en actividad.

No se hablará del modo de disponer la superficie del terreno, porque pueden hallarse las indicaciones *ad-hoc*, en cualquier tratado de irrigación; nos limitaremos á ocuparnos de la cuestión del agua.

Es preciso, como acaba de decirse, agua templada, y mejor será el resultado cuanto más elevada sea su temperatura. Las aguas más aptas son las de vertiente, que salen con la temperatura media del lugar, la que, en climas templados, puede variar entre 10° y 15°; vienen después las de los lagos profundos, que salen, por lo general, á 6° ú 8°; finalmente, vienen las de los ríos, cuya temperatura, en invierno, baja á 3° ó 4°, siempre, se entiende, en climas templados. En el valle del Río Negro no tenemos verdaderas vertientes; pero es fácil procurárselas y preparar, diremos, agua templada en la cantidad que se quiera, aprovechando á tal objeto, las lagunas y el banco permeable de ripio, interpuesto entre ellas y el cauce del río.

En efecto, si al término de una de estas lagunas se abre un canal en forma de desagüe, cuyo nivel de agua sea más bajo que el de la laguna, y cuya pendiente sea inferior á la inclinación natural de la superficie del terreno, la laguna desaguará en el canal, llegando sus aguas, después de un trayecto más ó menos largo, á la superficie del suelo, sirviendo al riego de los terrenos inferiores. Al mismo tiempo, el nivel de la laguna bajará algo, lo que hará afluir en ella, nuevamente, agua del cauce del río á través del banco de ripio, que los separa.

Si las aguas del río tienen una temperatura más elevada que la del banco de ripio, al atravesarlo, la masa ripiosa elevará la propia á espensas de aquellas; si, por lo contrario, el agua tiene temperatura inferior á la del banco de ripio, éste cederá al agua parte de su calor. El primer caso se verificará, evidentemente, en verano, y el segundo en invierno. Si el fenómeno es continuo, la masa de ripio interpuesto funcionará incesantemente como medio moderador de la temperatura; por cuanto acumulará calor durante el verano y lo devolverá en invierno. El resultado será, en definitiva que, si, por ejemplo, las aguas del río oscilan durante el año entre un máximo de 22° y un mínimo de 4°, las de la laguna tendrán oscilaciones

reducidas entre 15° y 10°, Estas cifras son tan solo indicativas, pues el efecto útil variará, según los casos; resultando proporcional á la relación que media entre el volumen de ripio y el de agua que lo atraviesa; es decir, aumentará con la distancia interpuesta entre el río y la laguna y disminuirá aumentando el volumen de agua derivado de ésta última.

Con este medio sencillo se puede, por lo tanto, conservar, confiándolo al subsuelo, el calor del verano, para utilizarlo en el invierno, y, dada la enorme extensión de las lagunas que cubren el valle, puede decirse que esta masa de calor no tiene, prácticamente, límite, y que sino en el presente, en un día no lejano, podrá ser aprovechada á beneficio de la vegetación, haciendo desaparecer la estación hiemal sobre grandes extensiones del valle.

Como se dijo en otro lugar, en Italia se obtienen con este método, en terrenos de clase muy inferior á los del valle del Río Negro y con inviernos mucho más rígidos, hasta 6 ó 7 cortes de pasto por año, que dán un producto hasta de cien toneladas.

En la Isla de Choele-Choel, por ejemplo, sería posible efectuar con facilidad un experimento de esta naturaleza.

§ 7° Riego en los valles del Limay, Neuquén y Colorado

Valles del Limay y Neuquén. Después de lo expuesto en los parágrafos anteriores, es fácil indicar los métodos de riego aplicables para los campos de estos valles. Como la pendiente propia permite construir también canales pequeños, este sistema debe ser preferido, salvo los casos en que absolutamente no puede ser aplicado, como en las islas, rinconadas aisladas, etc., para los cuales no hay otro medio que el levantamiento mecánico.

Valle del Río Colorado. Aunque en éste se encuentran campos de limitada inclinación, que podrían útilmente permitir el riego por inundación, no obstante, no se estima que pueda convenientemente aplicarse, por que no existen, como en el Río Negro, esos extensos valles cóncavos, recorridos por un arroyo natural, que tanto facilita en este valle tal forma de riego; y por que siendo el río de régimen estival, no habría quizá en invierno el volumen de agua suficiente para efec-

tuar con prontitud esas grandes inundaciones. Por otra parte, el riego con canales resulta mucho más conveniente y económico en este río que en el Río Negro, por la facilidad de construir tomas y diques sobre rocas resistentes, seguidas de trechos con fuerte inclinación, con que queda suprimido ó muy reducido el canal alimentador, y también porque las pendientes disponibles permitirán construir canales de moderada importancia con inclinación suficiente para no tener embanques. De todos modos, es muy posible que, como en el Río Negro, también convenga en el Colorado, en ciertos puntos, y especialmente en las zonas marítimas, iniciar el riego con máquinas elevadoras. Para las islas, rinconadas y otras zonas, que no pueden ser dominadas por canales, no hay otro medio que recurrir á esle sistema, como en los demás valles.

§ 8º Conclusiones

Las conclusiones de este Capítulo son importantísimas, y, del acierto en tomar las disposiciones más convenientes sobre este particular, podrá depender, en gran parte, el más rápido y seguro desarrollo agrícola del valle.

Se ha dicho que, una de las medidas que se imponen con mayor urgencia, es salvar al valle de la invasión de los médanos; resultado este que no podrá conseguirse por otro medio, sino cubriendo otra vez de vegetación las extensas zonas hoy absolutamente desnudas. Esperar esto del lento desarrollo del riego ordinario, sería talvez esperar demasiado; y no habría, por lo tanto, otro medio rápido y económico de conseguirlo, que el riego por inundación natural, obtenido mediante la regularización de los lagos, al efecto de producir, todos los años, en una época fija, duración y altura determinadas, una moderada inundación que, sin dar lugar á perjuicios, cubra, en invierno, la mayor extensión de terreno posible. Con esto y bajo este punto de vista, se pondría al valle en mejores condiciones que el mismo Egipto, porque tales inundaciones resultarían aun más regulares que en éste. El resultado sería, por lo menos, transformar en espléndidos potreros más de cien mil hectáreas de terrenos, hoy completamente desiertos, cuya producción de uno ó dos años compensaría, con seguridad, el gasto hecho para la regularización de los lagos,

Se debe notar también que, cuando estas inundaciones se sucedieran regularmente todos los años, desaparecerían completamente todos los inconvenientes que podrían acompañarlas; por cuanto transformándose éstas en un hecho normal, todo se organizaría en poco tiempo, en conformidad á tal estado de cosas.

Un adelanto de importancia podría conseguirse con la inundación artificial, dividiendo los valles en estanques limitados con terraplenes. Por tal medio, se podría duplicar á lo menos la superficie inundada, aun con niveles de agua del río, mucho más bajos; efectuar las inundaciones en cualquier época, é independientemente, de una zona á otra; se podrían tentar cultivos distintos, establecer, en una palabra, una verdadera agricultura.

Pero debe tenerse presente, que tal sistema no puede aplicarse, sino en los grandes valles de forma cóncava, recorridos por un arroyo natural, y cuya pendiente general sea inferio al 0.40 por mil.

Para las partes del valle que tengan pendiente mayor de 0.40 por mil, ó que no tengan la conformación indicada, se debería emplear los canales con agua llevada por gravitación ó por levantamiento mecánico.

En todas las islas, rincones y fajas angostas, es absolutamente necesario el riego por levantamiento mecánico que puede efectuarse en buenas condiciones económicas, dada la poca altura á que debe levantarse el agua, y la facilidad de provisión de combustible, que presentan los grandes sauzales existentes.

Para iniciar económicamente y de un modo rápido la formación de estaciones agrícolas en distintos puntos del valle, es altamente oportuno iniciar el riego con máquinas elevatorias también en aquellos lugares donde puede resultar conveniente la construcción de grandes canales; pues el gasto correspondiente está compensado con la ganancia de intereses y conservación, que resulta de la anticipación de dos ó tres años de servicio activo de los mismos.

En aquellas zonas donde la pendiente del terreno permite construir pequeños canales, hasta para cinco mil hectáreas, podrá convenir más iniciar el riego directamente, con éstos, por cuanto el tiempo y los gastos de construcción resultan así muy reducidos.

CAPÍTULO XIV

UBICACION DE LAS ZONAS MAS APROPIADAS PARA EL RIEGO, Y CANALES QUE DEBEN ESTUDIARSE CON PREFERENCIA

§ 1° Valle del Río Colorado — § 2° Valle del Neuquén — § 3° Valle del río Limay — § 4° Valle del Río Negro § 5° Terrenos altos.

---

§ 1° Valle del Río Colorado

Los datos, cifras y observaciones que se han acumulado en los capítulos anteriores permiten, finalmente, concretar un poco más el problema, indicando las zonas que por diversos títulos merecen una preferente atención.

En las regiones de la Alta Cordillera, en las cañadas interpuestas en sus contrafuertes, y en las zonas de los valles, en contacto inmediato con las aguas de los ríos, es posible el cultivo sin riego, por ser suficiente para la vegetación: sea las precipitaciones meteóricas; sea la humedad que proviene de los terrenos más elevados, ó, por capilaridad, de los cauces de los mismos ríos. Aunque el estudio de estas zonas no entre en las atribuciones de esta Comisión, sin embargo, puede ser útil observar que, á pesar del casi ningún valor de los terrenos en esas localidades, del ningún costo del riego y del precio fabuloso á que alcanzan los productos agrícolas en esas regiones, la producción es, puede decirse, casi nula, y las escasas necesidades, de los pocos moradores de las mismas, deben ser llenadas con productos llevados de Chile á través de la Cordillera, ó con los transportados del interior de la República, en ferrocarril y carros.

En varios puntos de esta memoria, y especialmente en el § 5° del Capítulo VII, fueron sumariamente indicadas las razones de esta extraña anomalía ocurrente en el valle del Río Negro; las mismas más ó menos, subsisten en todas las demás regiones. Estas causas son múltiples y sujetas á

modificarse mediante resoluciones legislativas, económicas y técnicas, pero ellas nos enseñan, al mismo tiempo que, para alcanzar resultados favorables, debe procederse con la mayor prudencia, iniciando las obras en los lugares que presentan naturalmente mejores condiciones y que, además de la irrigación, es preciso poner en movimiento concorde muchas otras ruedas de la máquina social.

Expondremos aquí, brevemente, cual es la opinión de la Comisión á este respecto. Para ello, nos fundaremos en lo expuesto en el Capítulo XI, en el que se indican las condiciones que más directamente influyen en beneficio de la operación, y en las cifras establecidas en el capítulo anterior, que representan las superficies de terrenos que pueden regarse con el agua disponible actualmente y con la que podrá conseguirse después, mediante la regularización de los lagos.

En las más altas regiones de la Cordillera, y en los bajos, cañadas y valles de sus contrafuertes, existen grandes extensiones é innumerables fracciones de buenos campos, donde puede efectuarse el cultivo sin necesidad de riego y donde la única medida, que por ahora sería indispensable para asegurar su prosperidad, sería dotarlas de buenas vías de comunicación. Pero no se estima que puedan florecer allí verdaderas agrupaciones agrícolas de una cierta importancia; por cuanto el clima limita la variedad de los productos, y lo caro de los fletes impide absolutamente la exportación de los mismos.

Sería ya mucho si se consiguiera que esos productos fuesen en cantidad suficiente á satisfacer el limitado consumo local.

En esas regiones, no puede esperarse un gran aumento de población, sino de un gran desarrollo de la industria minera, de la explotación de los bosques, que podría alcanzar vastas proporciones si se mejorasen las vias fluviales, y de una verdadera ganadería industrial, cuyos productos: quesos, manteca, lana y hacienda fina, pueden tolerar los altos fletes inherentes á la exportación. Para que esta industria pueda prosperar, es preciso que tenga una base más segura de la que tiene actualmente y que no se verifique, como sucede ahora con frecuencia, que un invierno demasiado rígido, ó uno ó dos años demasiado secos, hagan desaparecer las haciendas criadas tras largos años de asidua y ruda labor.

Para llegar á este resultado, no vemos sino la formacion de potreros artificiales, cuyos productos secos pueden servir durante el invierno en las regiones elevadas, en las cuales abundan excelentes pastos tiernos en el verano; y, en estado verde ó seco, en las regiones inferiores, para hacer frente á las malas estaciones y á la escasez de algunas épocas del año. Es indudable que, por las condiciones del clima, la clase de los pastos, del suelo seco y duro, podrán prosperar allí excelentes razas de ganado, proporcionando también apreciados productos secundarios. Pero no parece que el conjunto de las condiciones actuales permita esperar allí un éxito favorable á los esfuerzos que pudiera hacer el Gobierno para desarrollar la actividad agrícola en el sentido indicado. De todos modos, este cultivo de potreros artificiales no podrá efectuarse sino en las fajas de los valles de los ríos principales, no muy sujetos á las inundaciones, en el fondo de las grandes cañadas y en alguna pampa que puede ser regada por arroyos poco importantes, que no se encuentren tan profundamente encajonados, como todos los grandes ríos.

Estos arroyos perennes se encuentran únicamente en las faldas de la Alta Cordillera, y desaguan, sea en el Alto Neuquén, desde Chosmalal hacia arriba, sea en el Agrio, hasta Las Lajas, sea en todo el curso del Aluminé y Collón-Curá. Todas las enormes extensiones de campos altos que se encuentran al Este de esos valles, carecen, por falta de lluvias, de cursos de agua perennes, ó los tienen insignificantes; tampoco podrían esos campos ser susceptibles de riego con el agua de los ríos, que los limitan del lado Oeste, debido á la gran diferencia de nivel, de varios centenares de metros, así como por lo quebrado de las barrancas.

Tenemos, por ejemplo, todo el enorme triángulo, de 40 mil kms. cuadrados, que tiene por base, al Oeste, el curso de los ríos Aluminé y Collón-Curá, y, por lados, el valle del Bajo Limay al Sud, y él del Bajo Neuquén y gran parte del Agrio al Norte; el cual, aunque circundado por todas partes de grandes masas de agua, no podrá ser beneficiado por ellas por la razón indicada. Lo mismo puede decirse, aunque no tan en absoluto, del rectángulo comprendido entre el Agrio y el Alto Neuquén así como de las grandes pampas existentes en-

tre el Neuquén, el Río Negro y el Colorado, hasta la altura de Choele-Choel.

Con estas exclusiones en globo, de vastos territorios, ya no quedan, como base de posibles proyectos, sino el fondo llano de los grandes valles de los ríos, las altiplanicies que bajan al mar desde la altura de la Estación de Choele-Choel y las zonas intermedias, que están formadas por extensas faldas á muy suave inclinación que, en algunos lugares, se sustituyen á las barrancas.

En el Capítulo XI, se demostró como, en cuanto á la fertilidad de los terrenos, al consumo de agua y al costo de los canales, los fondos de los valles se encuentran en condiciones de marcada superioridad sobre las altiplanicies. Las faldas inclinadas en que se transforman las barrancas, representan zonas de valor intermedio, por cuanto son terrenos mejores que las altiplanicies, y, finalmente, porque el canal alimentador será más corto, y las pérdidas de agua recuperables.

Tenemos, pues, una base segura para la elección de los terrenos: en primera línea vendrán los de los valles; en segunda, los de las faldas; y, por último, los de las altiplanicies. Combinados estos criterios con los consignados, tratando de las vías de comunicación y de las consideraciones políticas, se encontrará sin dificultad el programa que debe primar para una colonización, racional y gradual, de las regiones estudiadas.

Se ha establecido ya que, en las condiciones actuales, el Río Colorado puede prestarse al riego de 120 á 150 mil hectáreas. Por razón de la facilidad de las comunicaciones, son evidentemente preferibles los terrenos que caen bajo la acción del Ferrocarril, y que abarcan desde la Angostura Grande, 20 kms. aguas arriba de la Estación Fortin Uno, y última de la línea en el valle, hasta la Angostura de Corrales, 60 kms. aguas abajo de la Estación Colorado, primera en el mismo valle. Según aparece en la descripción parcial del valle de este río (Capítulo IX) en este trecho se encuentran tres extensiones de campos llanos y fácilmente regables, todos en la margen Sud, y son:

1º Uno de 500 hectáreas en la Esquina del Fortín Uno, al cual sucede inmediatamente otro de 6000 hectáreas, cru-

zado por el ferrocarril. Ambos pueden ser servidos por el mismo canal derivado de la Angostura Grande, con toma asentada en roca viva.

2º Un gran campo formado, en parte, de verdadero valle, y, en parte, por un plano inclinado á pendiente suave en que se ha trasformado la barranca Sud. Se atribuye á este campo una extensión de 25 mil hectáreas aunque ésta puede resultar también de superficie mayor. Puede ser regado con canal derivado de la Angostura, aguas abajo de Pichi-Mahuida, también con toma asentada en roca viva.

3º Otro campo que empieza frente á Pueblo Nuevo y llega hasta la Angostura de Corrales, con una superficie de 10 mil hectáreas, y cuya parte inferior puede fácilmente regarse con un canal derivado de la misma Angostura, frente del Pueblo Nuevo.

Son, en total, 41.500 hectáreas de buenos campos, á regarse con canales y á los cuales pueden agregarse 3.500 hectáreas por lo menos de playas aisladas y rinconadas situadas especialmente en la margen Norte, cuyo riego no podrá efectuarse sino con máquinas elevadoras.

A parte de estas 45 mil hectáreas en mejores condiciones, por las facilidades de comunicación, vienen todos los terrenos de la zona marítima, excelentes y muy parejos, de extensión casi ilimitada, pues, no baja su superficie de 150 á 200 mil hectáreas, cuyos productos pueden encontrar una salida relativamente fácil por el mar ó por el mismo ferrocarril. Pueden ser regados por medio de dos grandes canales, uno á la derecha, arrancando de la Angostura de Corrales, y el otro á la izquierda, con toma en la Angostura, aguas arriba del Paso de Alsina, salvo solución más conveniente que pudiese resultar de estudios difinitivos.

Quedarían, por último, las cincuenta mil hectáreas en el Meridiano 10º, en la primera sección del valle, que no obstante ser de buenas tierras y fácilmente regables, las perjudica mucho la gran distancia, de más de 300 kms., que las separa de la Estación Fortín Uno, siguiendo el valle, y de 120 kms. de la Estación de Roca, cortando la altiplanicie.

§ 2º Valle del Neuquén

La única extensión de valle verdaderamente grande, y que merece ser tomada en consideración, es la descripta en el Capítulo VIII, § 3º, que corre á la izquierda del río desde el Paso de los Indios ó, mejor dicho, desde Tratayen hasta la Confluencia, con una longitud de 80 kms. y un ancho medio de 5 kms.; este valle se une en la Confluencia con él del Río Negro, de manera que, desde su origen hasta Chichinales, forman un solo campo enorme, del largo de 180 kms., con una superficie utilizable de 110.000 hectáreas.

En rigor, un solo canal, del largo indicado, podría servir para el riego de esta vasta extensión. Sin embargo, se considera más conveniente dividirlo por lo menos en dos, separados por la depresión que existe frente á la cuenca de Vidal, y en la cual, por lo que se dirá después, debería construirse un canal de descarga, « diversivo », con el objeto de recojer en la cuenca, las crecientes del Neuquén.

El primer canal tendría un largo aproximado de 50 á 60 kilómetros y una superficie regable de 25.000 hectáreas, con terrenos arcillosos, parejos, cubiertos de arbustos y sugetos, en parte, á las inundaciones del río y á las heladas.

El segundo canal, serviría la parte restante del valle del Neuquén, y la del Departamento Roca hasta Chichinales, con un largo de 120 kms., y una superficie regable de 60.000 á 70.000 hectáreas. (1)

Un canal tan largo tiene sus inconvenientes, pero salvo el resultado de estudios más detenidos, no habría, más abajo, lugares á propósito para establecer una toma en terreno estable ó inmune hasta hoy de las erosiones de las crecientes, fuera del lugar llamado la Picaza, en que se proyecta la presa de agua de este canal.

En el caso de que este gran canal se construyese, el actual, que sirve á la colonia Roca, quedaría como canal secundario, y el proyecto de reforma de este canal, que figura en un capítulo posterior, ha sido formulado en este orden de ideas.

El clima de esta zona, más baja que la anterior, es más

(1) La diferencia que se nota entre las 110,000 hectáreas de terreno regable y las 95,000 hectáreas que pueden regarse por los dos canales, resulta, por lo que ya se ha indicado, de la parte de terreno que se pierde en todo el largo de los canales alimentadores.

templado que aquella; también son mejores los terrenos, especialmente los que pertenecen al valle del río Negro, por las razones ya indicadas en el capítulo anterior, y, lo que es muy importante en el caso de efectuarse el embalse de las crecientes del Neuquén en la cuenca de Vidal, quedarían al abrigo de las inundaciones. Resulta, por todas estas razones, que este canal es preferible al anterior.

§ 3º Valle del Limay

A causa de los terrenos, en general demasiado arenosos, de los médanos y depresiones que interrumpen con frecuencia la continuidad de los campos, y de la dificultad de las comunicaciones; el valle del Río Limay se considera poco apto al riego y á la agricultura, con excepción de los valles Pantanito, Alarcón y parte del valle de Arroyito por encontrarse este último en comunicación inmediata con la Estación terminal del Ferrocarril al Neuquén.

Pantanito. — El canal para el riego de este valle tendría una longitud aproximada de unos 25 kms.; siendo la superficie regable de 5.000 hectáreas de terrenos regulares, parejos, pero en parte anegadizos. La principal dificultad para la construcción de este canal consiste en la presa, que debería necesariamente establecerse en un lugar llamado la Picaza, cruzando terrenos medanosos.

Alarcón. — Para el riego de este valle, se necesitaría un canal del largo de 35 kms., siendo la superficie regable de 10.000 hectáreas de buenos terrenos.

La toma de agua de este canal puede situarse al principio del valle, precisamente aguas abajo de la desembocadura del Picún-Leufú, aunque este punto se encuentra igualmente en medio de una zona medanosa. Este canal puede, después de haber regado lo principal del valle de Alarcón, regar también el que sigue, conocido con el nombre de pampa de Villamil. La primera parte del valle no resulta regable á causa de su altura, pero es también la menos utilizable por los médanos que la ocupan.

Arroyito. — Este valle es poco aprovechable á causa de los muchos médanos que lo cubren, y de las depresiones, lagunas y derrames de ripio que lo ocupan.

Aquí y allá, se encuentran buenos retazos de terrenos, cuya conveniencia en regarlos es difícil apreciar sin estudios adecuados; estímase su superficie total en la cantidad de 7000 hectáreas.

Además de estas zonas regables con canales, y con mayor ó menor conveniencia, existen numerosas islas y rincones, para los cuales podría usarse el riego levantando mecánicamente el agua, método que sería favorecido por la abundancia de sauces que cubren las orillas del río.

En el caso de efectuarse la regularización de los lagos, el valle quedaría en mucho mejores condiciones de las actuales, pues se conseguiría una mucha mayor constancia en el nivel del río, ó, por lo menos, se evitarían las inundaciones perjudiciales.

§ 4º Valle del río Negro

Refiriéndonos á la exposición hecha en el Capítulo XIII sobre los distintos métodos de riego que con ventaja podrían aplicarse en las distintas zonas del valle, según su conformación y pendiente, nos limitaremos aquí á la enumeración de las zonas ó puntos del mismo más apropiados á cada uno de los sistemas indicados.

El sistema más sencillo y que podría provisionalmente adoptarse en beneficio de gran parte del valle, es él de una inundación limitada, que podría efectuarse durante el invierno, todos los años, mediante un rápido desenvase de los depósitos de agua acumulada en los lagos.

Sobre este particular, faltaría solo establecer la altura del nivel del río más conveniente para extender el beneficio del riego á la mayor superficie posible sin perjudicar otros intereses. Es ésta una cuestión esencialmente práctica y que puede ser resuelta tan solo por la experiencia de dos ó tres años, empezando, naturalmente, con poca altura, y aumentándola gradualmente, según los resultados. Habría, naturalmente, lucha de intereses según la situación particular de los terrenos de los distintos propietarios, pero es indudable que la operación representaría en su conjunto, un gran beneficio, conseguido casi sin ningún gasto.

El segundo sistema, de inundación artificial, limitada por

terraplenes, representaría ya un gran adelanto, porque la inundación quedaría limitada á las zonas que cada propietario quisiese someter á tal sistema; porque podría extenderse también á los terrenos altos del valle sin necesidad de crear un aumento del nivel general del río; y, finalmente, porque podría renovarse todas las veces que conviniese.

Esta forma de riego, no sería de conveniente aplicación sino en los grandes valles cuya pendiente general no excede de 0m40 por kilómetro y que están atravesados por un salado, los que, en resumen, son los siguientes:

Margen izquierda: El valle entre Chimpay y Choele-Choel; el gran valle del Negro Muerto; y el anterior á Pringles.

Margen derecha: Algunas fracciones entre el extremo de la isla de Choele-Choel y Castre; las situadas frente á Kaitacó; las que median entre la Estancia Bernal y la 2ª angostura, comprendidas las colonias de Conesa y Frías; y, finalmente, la zona que va de la 1ª Angostura hasta cerca de San Javier. Queda entendido que en cada caso debería efectuarse un estudio bien detallado de la altimetría del terreno, y, lo que resultará en la práctica mucho más difícil, asegurarse el concurso de todos los propietarios interesados.

El riego con canales, por gravitación, puede aplicarse con mayor conveniencia, á todo el valle del curso superior en el cual la pendiente permite que el canal salga pronto á la superficie del terreno, sin que sea de muy grandes dimensiones.

Se encuentran en tales condiciones:

Margen izquierda: el valle del Departamento Roca hasta Chichinales, cuyo canal tendría la toma en el Neuquén, y del cual ya se habló anteriormente; el valle desde Chelforó hasta Chimpay con la toma en la misma angostura de Chelforó.

Margen derecha: el valle estrecho pero en partes bueno, que se encuentra frente al Departamento Roca y que figura en la Sección 9ª del § 7 del Capítulo VII; el extenso valle frente á Chichinales y Chelforó, del cual se trata en la Sección 8ª del mismo Capítulo; finalmente, la gran falda á suave inclinación en que se transforma la barranca situada detrás y después de la isla de Choele-Choel y que fué descripta en la Secc, 6ª, también del Cap. VII; en esta parte podría establecerse un gran canal que regase esta falda y el valle inferior hasta

Castre, con la posibilidad de ser prolongado hasta el puerto de San Antonio como se dirá oportunamente.

Queda bien entendido que, en el caso de que no se pueda ó no convenga efectuar el riego por inundación en los valles inferiores anteriormente indicados, será siempre posible la construcción, en los mismos, de un canal especial propio.

Esta Comisión, se preocupó, en sus excursiones, de buscar los puntos más convenientes para la colocación de las tomas en los valles de mayor importancia, como también de averiguar cuales eran las angosturas que se prestarían para que un canal las atravesara para el riego de los valles inferiores sin necesidad de construir nuevas tomas. Pero la gran dificultad de describir detalles de esta naturaleza sin los planos correspondientes, el gran número de combinaciones que se habrían podido considerar, y la aridéz misma de la materia nos han aconsejado prescindir de estos detalles; teniendo también en cuenta que las instrucciones sumarias á tal propósito indicadas en el § 7º del Cap. XI bastan para que cualquier ingeniero encargado de estos estudios, encuentre inmediatamente las localidades más apropiadas.

Tanto para el valle del río como para los demás, se han considerado regables tan solo las partes verdaderamente llanas, sin tener en cuenta los faldeos ó planos inclinados en que se dispone casi siempre la parte inferior de las barrancas. Cuando estas faldas tengan una suave incliuación, no superior, por ejemplo, al medio por ciento, entonces será posible faldearlas con pequeños canales de algunos kilómetros de largo, de fácil construcción, y que permitirían el riego de fajas de terrenos, estrechas pero muy á propósito para el cultivo de la vid, del olivo, y, en general, de las plantas frutales. Se encuentran en mejores condiciones las de la margen Sud, por ser más expuestas á la acción del sol y preservadas, por las barrancas, contra los vientos fríos del Sud.

El riego por canales alimentados con agua levantada artificialmente es indispensable, como ya se dijo, en las islas, rincones, fajas aisladas, y en la primera parte también de los grandes valles, en los cuales el agua del canal no ha alcanzado todavía á la superficie del terreno.

Sin embargo, puede aplicarse útilmente, sea provisional, sea

definitivamente, en cualquier otro lugar, por las razones anteriormente expuestas, resultando mayores sus ventajas en los campos del valle inferior.

§ 5° Terrenos altos

En cuanto á la gran altiplanicie comprendida entre el Colorado y el Río Negro, y á la otra al Sud de este río, hasta llegar á las regiones marítimas, es opinión de esta Comisión, que el riego de las mismas se halla absolutamente fuera de toda conveniencia.

La primera podría, por ejemplo, regarse indiferentemente sacando el agua del Río Colorado ó del Río Negro; pues la profundidad de los valles es casi la misma, y la pendiente general de esos terrenos, en el sentido transversal es apenas sensible hacia el Río Negro, y frecuentemente interrumpida por cañadas y ondulaciones. De cualquiera de los dos ríos que se hiciera la derivación, dada la pendiente de los valles, un canal que entrara, por ejemplo, en la altiplanicie al mismo punto donde lo atraviesa el ferrocarril, debería tener un desarrollo de 120 á 150 kilómetros, costeando continuamente barrancas no siempre fáciles, para encontrar después terrenos de clase muy dudosa y seguramente inferior á los del valle, con un consumo de agua mayor.

Por cierto, un poco de agua dulce, tan solo como bebida de las haciendas y para pequeñas huertas en el medio de estos campos áridos, aumentaría considerablemente el valor de los mismos; pero es ésta una operación que presenta dificultades de orden distinto, que merecen un estudio especial.

Lo que se ha dicho por la altiplanicie comprendida entre el Colorado y el Río Negro es aplicable á los campos colocados al Sud de este último, por cuanto se presentan las mismas dificultades y se encontrarían los mismos terrenos.

Sin embargo, acercándose á las costas del Océano, las condiciones varían considerablemente, por cuanto la altura de los terrenos disminuye progresivamente, el talud de los mismos se dispone, en general, en faldas muy inclinadas, y los terrenos son de mejor clase y más parejos. Á estas razones se agregan las otras que hemos ya considerado, es decir, la conveniencia política de crear poblaciones marítimas, y de ha-

bilitar los puertos naturales muy importantes de la Bahía de San Blas y del «Saco» de San Antonio. De estos dos grandes canales hablaremos con más detalles en el capítulo que sigue.

CAPÍTULO XV

CANALES MARÍTIMOS Y HABILITACIÓN DE LOS PUERTOS DE SAN BLAS Y SAN ANTONIO

§ 1° Canal para el Puerto de San Blas — § 2° Canales para el Puerto de San Antonio — § 3° Conclusiones

En las instrucciones contenidas en el decreto de formación de esta Comisión, está incluido: un estudio sumario referente á la posibilidad y conveniencia de sacar un canal del Río Negro hacia el Puerto de San Antonio y otro hacia el de San Blas.

Con este objeto, se efectuaron dos expediciones especiales, cuyos itinerarios y perfiles se encuentran reproducidos en las Láminas I y II. Los perfiles han sido deducidos por determinaciones barométricas simultáneas, con observaciones registradas con toda buena voluntad, en Conesa, por el Señor Cura Juan Beraldi, y con las efectuadas en el observatorio meteorológico de los R. R. Padres Salesianos, en Carmen de Patagones, por el Padre Zacarías Genghini, debiendo observarse que las del Puerto San Antonio son bastante atendibles por haberse efectuado en buenas condiciones, con un tiempo constante, mientras que las relativas al Puerto de San Blas no pueden tener gran valor debido á los fuertes vientos que reinaron durante la expedición.

§ 1° Canal para el Puerto de San Blas

Resulta de nuestros estudios que para alcanzar la Bahía y Puerto de San Blas, la única solución posible que se presenta, es la que aparece en la Lámina I: derivar un canal del punto llamado Angostura, situado 38 kms. aguas arriba de Pringles; costear con él la falda de la barranca Norte, hasta la Abra de China Muerta; penetrar en ésta hasta su terminación, y

allí, mediante un corte, pasar al valle de la Cañada Grande, que desde el cerro de San Francisco, al Nor-Oeste de Pringles, desciende hacia el mar.

El largo de este canal sería, hasta alcanzar la falda marítima, próximamente de cien kms., pero en este trayecto el canal podría suministrar el agua á todo el valle del río desde la Angostura mencionada hasta la estancia de China Muerta, y á la enorme abra de este nombre, cuya superficie total es de 47.000 hectáreas. Es probable que la mayor dificultad se encuentre en el corte de una parte de la altiplanicie ó cuchilla, que sería indispensable ejecutar para pasar de la Abra mencionada á la Cañada Grande. Según los datos de nuestra nivelación barométrica, la altura de este corte alcanzaría á 22 metros, lo que sería enorme, aunque, con esta altura máxima, la longitud se limita á 1 ó 1,5 kms.

Como se dijo más arriba, es posible haya algun error en esta nivelación barométrica, de modo que la altura del corte indicado podría resultar considerablemente reducida; y, á no ser así, habría quizás mayor conveniencia en colocar la presa del canal á unos 20 kms. aguas arriba del punto indicado, aunque también, por este lado, deberían superarse graves dificultades. Era intención de la Comisión efectuar una verdadera nivelación para esclarecer este punto importante, lo que habría requerido pocos días de trabajo, pero las inundaciones del valle lo impidieron.

Salvada la altiplanicie, y llegado el canal á la Cañada Grande, habrían desaparecido ya todas las dificultades, presentándose la cañada con un declive suave y uniforme hacia el Este, con un fondo muy plano, de un ancho de, más ó menos, una legua y media, y con faldeos laterales de poca altura. Al Sud de la Salina Inglés, la cañada se confunde con los campos extensos que desde la desembocadura del Río Negro siguen la costa del mar, separados de esta por una angosta faja de médanos. El fondo y faldeo de la cañada y los campos adyacentes, presentan un suelo de tierra firme y buena, cubierto, en parte, con el monte escaso y bajo, característico en estas regiones secas, en parte con pastos tiernos, ofreciendo grandes extensiones muy apropiadas para la irrigación.

El Puerto de San Blas, á 90 kms. de distancia de Patago-

nes, en la costa Nor-Este de la isla Jabalí, es considerado como bueno y bien defendido, con profundidad suficiente para buques del mayor calado. La costa naciente de la isla mencionada está formada de medanales pastosos, alternando con playas de pedregullo en capas de mucha profundidad; actualmente se explota este material para las obras del Puerto Belgrano.

Tanto en la isla como en el continente, se ha obtenido agua potable mediante pozos no muy hondos.

Extendiendo la acción de este canal hasta los terrenos adyacentes al Puerto de San Blas, se haría posible la formación de un importante centro comercial y agrícola en este punto, el que, unido como se proyecta ya, por ferrocarril con Carmen de Patagones, podrá prestar grandes servicios á la exportación de los productos del valle del Río Negro, en el caso que fuesen demasiado costosas las obras necesarias para facilitar la entrada directa á los muelles de Patagones y Viedma, por la boca misma del río.

§ 2º Canal para el Puerto de San Antonio.

Este es considerado como el mejor puerto natural de la República, habiendo permanecido inútil hasta la fecha, por la ausencia absoluta en él de agua dulce, no habiéndose obtenido resultados satisfactorios en las varias perforaciones que se han efectuado, en diferentes épocas, en sus alrededores.

Se cree ó, más bien, es un deseo muy generalizado que, exista una gran cañada, que podría eventualmente servir como cauce natural para una fuerte derivación de agua del Río Negro hacia el Puerto de San Antonio, y esta Comisión se preocupó, en sus viajes, en recoger todos los datos que pudieran esclarecer esta cuestión.

El resultado de nuestras investigaciones es absolutamente negativo, y se funda sobre los datos siguientes:

Existe, efectivamente, la gran cañada llamada del Gualichu (del diablo) que desde la altura de Chichinales hasta Conesa, parece que corre paralela al río, pues en estos dos puntos se encuentra más ó menos á la misma distancia, es decir, á unas 10 leguas de las barrancas del valle, terminando frente á la última localidad, donde se identifica con el llano de la pampa

en el lugar llamado Laguna Cortés, á 30 kms. de distancia del Puerto de San Antonio. Muchas personas, entre ellas un miembro de esta Comisión, han atravesado en varios puntos esta gran cañada, pero parece que nadie la haya recorrido en su sentido longitudinal, debido á la carencia absoluta de agua durante una travesía que no podría durar menos de siete ú ocho días.

La cañada se presenta en forma de un ancho cauce, en partes hasta de una legua, muy profundo bajo el plano de la altiplanicie; con taludes muy inclinados, en forma de falda. A medida que desciende hacia el Este, la hondura desminuye, y los taludes se inclinan siempre más, hasta desaparecer, como sucede al naciente de la Laguna Cortés. Comunicaciones entre esta cañada y el valle de Río Negro no existen, y no pueden existir, porque la barranca derecha, desde el Lago Nahuel-Huapí hasta el Océano, no presenta ninguna abertura ó discontinuidad por la cual pudiera efectuarse esta comunicación. Solo en el valle del Limay, en el lugar llamado Punta del Gigante, á 90 kms. aguas arriba de la Confluencia, existe, en la margen Sud, una abra que fué visitada por un miembro de esta Comisión, como única que podía presentar alguna probabilidad de una interrupción en la barranca del valle. Esta abra, después de un trayecto de una legua, se bifurca en dos cañadas: una que baja del Sud-Oeste, principiando á las cuatro leguas al pié de una sierra en la cual pasa el camino que se dirige á Lescano; la otra, viene del Sud de la sierra llamada Cuy ó Mayoco, desde una distancia de 18 leguas próximamente. Ambas tienen pendiente hacia el Limay, de modo que no pueden ser utilizadas para derivaciones del río.

Eliminada toda probabilidad de llevar agua al Puerto de San Antonio aprovechando depresiones naturales, no quedaba otro medio que la construcción de un canal *ad-hoc*. En el plano general. Lámina I, están señaladas dos trazas para este canal. Para la más alta, se aprovecharía de otro canal, que podría construirse para el riego de la gran falda inclinada que se forma al sud de la isla de Choele-Choel, como se indicó en el capítulo anterior. Este canal tiene su presa algunos kms. agua arriba del extremo superior de dicha isla, donde

la barranca es formada por una roca bastante consistente, y faldeando siempre un plano inclinado de pendiente suave, alcanzaría á la altiplanicie, algo arriba de Castre. Como se dijo en otro lugar la forma de la gran lengua de tierra colocada entre el Océano, desde el Golfo de San Matias hacia el Este, y el valle del Río Negro, afecta la de una cuchara dada vuelta, de modo que un canal, para evitar los terrenos más elevados del centro, deberá dirigirse antes hacia el Este y después, con una gran vuelta, volver de nuevo hacia el Oeste, como está indicado aproximadamente en el plano. Este canal tendría, desde su presa hasta las inmediaciones del Saco de San Antonio, un desarrollo de 240 kms., pero puede decirse que sería utilizado en toda su extensión, pues antes de penetrar á la altiplanicie serviría al riego del valle y de la gran falda mencionada, en que se transforman las barrancas.

La otra traza posible del canal que también está indicada en la misma Lámina I, arrancaría mucho más abajo que la anterior, frente al lugar llamado Rincón del Palo, en un punto muy firme, pues las estratificaciones inferiores de las barrancas están constituidas allí de un conglomerado bastante duro, y después de haber faldeado las barrancas mismas por espacio de 90 kms. alcanzaría á la altiplanicie, más ó menos en la 1ª angostura, de donde se dirigiría al Puerto de San Antonio con una vuelta tan amplia como la anterior y un recorrido total de 260 kms. La traza de este canal tendría la ventaja de correr mucho más cerca de la costa y en terrenos mejores y más parejos, pero resulta más costosa y dificil la parte que faldea las barrancas, por presentar éstas, en muchos trechos, una fuerte inclinación.

Se debe tener presente que las trazas de estos canales, tal cual aparecen en el plano, no representan sino indicaciones muy vagas, basadas únicamente en escasas observaciones barométricas y apreciaciones personales.

En un estudio detenido podrán pués, sufrir variaciones muy sensibles. Pero puede asegurarse que su dirección general será la indicada, y que en el trayecto no se encuentran serias dificultades.

Otra cuestión que deberá influir en la adopción de la traza de este canal, será la clase de campos atravesados. Habrá,

por cierto, grandes zonas de terrenos inadecuados ó poco abtos para el cultivo, por tener superficialmente capas de tosquilla dura, sin embargo, hay también otras zonas cubiertas de capas terrosas bastante espesas, como ha sido posible constatarlo en las cortes de los pozos abiertos en distintas localidades. También hay que tener en cuenta que la última zona próxima al mar, en un ancho que varía de medio hasta tres ó cuatro kms, se halla. por lo general guadalosa ó cubierta por verdaderos médanos, siendo por esto imposible ó muy difícil el cultivo.

Por otra parte, se debe tener presente que la superficie del terreno que cae bajo la influencia del riego de esos canales es á lo menos veinte ó cuarenta veces mayor que la potencialidad de los mismos, de modo que habrá siempre la posibilidad de elegir las zonas que más convengan, á cuyo objeto sería necesario acompañar el estudio técnico de esos canales con un reconocimiento de los terrenos, bajo el punto de vista agrícola.

§ 3º Conclusiones.

Por lo tanto, referente á estas importantes cuestiones de la habilitación de los Puertos de San Blas y San Antonio, con la colonización de dos extensas zonas de costas marítimas, se puede llegar, por el momento, á las siguientes conclusiones.

a) Que, existe la posibilidad absoluta de ejecución de ambas obras, aunque no se tengan por el momento los elementos suficientes para juzgar siquiera aproximadamente del costo de las mismas;

b) Que. de todos modos, estas serán obras colosales, de esas que forman la gloria de una nación;

c) Que, es posible que ellas sean remuneradoras para el Estado, considerando que representan el único medio para formar poblaciones costeñas en estas regiones, y teniendo en cuenta los grandes beneficios indirectos de la habitación de los puertos, uno de los cuales, el de San Antonio, podría tener alcances de trascendencia por su proximidad á la Cordillera.

d) Que, regado el valle del Río Negro, no habría actualmente agua suficiente para alimentar uno solo de estos

dos canales, sin destruir la navegación de aquél. El agua necesaria debería procurarse artificialmente, con la regularización de los lagos del Limay, que por la visto en otro capítulo puede suministrar un aumento de 300 á 400 m^3 es decir, lo suficiente para el riego de 300 mil hectáreas;

e) Que, para economizar pendiente, los canales deberán tener una velocidad moderada, no superior á un metro por segundo; de modo que las secciones mojadas de las mismas no podrán bajar de treinta ó cincuenta metros de ancho, por tres ó cuatro de hondura según su importancia. Esta gran sección unida á una velocidad moderada, pondrán los canales en condiciones de ser perfectamente navegables, con barcos hasta de 1000 toneladas, sin necesidad de fortalecer los taludes en la línea de agua, si el remolque se hiciese á sirga á sangre, lo que en el caso debe resultar también más económico que con vapores remolcadores (1).

f Que, por lo tanto, puede ser conveniente efectuar un estudio sumario de estos canales, para tener datos aproximados de la importancia y del costo total de los mismos.

CAPÍTULO XVI

CANAL ROCA Y RIEGO DEL EJIDO DE VIEDMA

§ 1° Reforma del Canal Roca — § 2° Desecación de la laguna de Viedma y riego de su valle

En el decreto creando á esta Comisión, disponía el P. E., que ella indicase las reformas que se estimara necesario efectuar en el canal de riego de Roca, para ponerle en condiciones de proveer útilmente al desarrollo agrícola de ese Departamento; y se le mandaba, así mismo, estudiar la forma más apropiada para efectuar el riego del éjido de Viedma.

La gran extensión que, necesariamente, han debido tomar

(1) Este juicio está basado sobre el hecho, que si en los canales interiores de Bélgica y Francia el costo de los dos métodos de tracción se equilibra, aquí debe resultar ciertamente más económica la tracción á sangre.

estos estudios, especialmente los referentes al canal Roca y el gran número de detalles y planos que los acompañan, nos han inducido á formar con ellos dos anexos, separados de esta memoria, limitándonos aquí á una breve exposición de lo que más puede importar, bajo el punto de vista general, y á un resumen de las conclusiones á que ha llegado esta Comisión.

§ 1º Reforma del Canal Roca

La parte del Departamento Roca que ocupa el fondo del valle, se extiende, en la margen izquierda del Río Negro, desde la Confluencia hasta Chichinales, por una longitud de 102 kms. y un ancho medio de 8 kms. (véase Cap. VII, § 7º). El canal, destinado al riego de la parte superior de este valle, fué construido por cuenta del Estado en los años 1884–85, con el propósito de crear en él una colonia agrícola, concediéndose chacras de cien hectáreas á cada colono al ínfimo precio de dos pesos la hectárea. El canal Roca tiene su presa en el Río Neuquén, á pocos kilómetros antes de la Conflueucia y prosigue en el valle del Río Negro con un largo de 45 kms. aproximadamente.

El canal puede considerarse dividido en dos trozos: uno, que podemos llamar canal proveedor, del largo de 3 kilómetros, recorre la parte baja y anegadiza del valle del Neuquén y se desprende del río ocupando el cauce natural de uno de los tantos arroyos que atraviesan esas zonas; el otro, del largo de 42 kilómetros, que es el verdadero canal de riego, recorre la parte más elevada del valle, que no es inundable sino en las crecientes más altas. En el punto donde el arroyo natural toca la pequeña barranca que separa la parte baja del valle de la más elevada, un dique en mampostería de ladrillo cruza el cauce del mismo arroyo y obliga á las aguas á penetrar en una toma, colocada al lado izquierdo del dique, y provista de compuertas á fin de regularizar el acceso de la misma en el verdadero canal artificial, que tiene su origen en dicha toma.

Este canal, como se dijo, tiene un largo de 42 kilómetros, llegando hasta la villa de Roca.

El riego empieza á los 8 kilómetros, después de haber atravesado una zona de terrenos altos, y en todo su trayecto

provee de agua solamente á algunas pocas chacras, de superficie de 1.000 á 1.200 hectáreas próximamente, diseminadas sobre una extensión de terrenos regables de más de 16.000 hectáreas.

Las chacras reciben el agua del canal principal por medio de acequias, que recorren la margen izquierda de las calles, abiertas á cada kilómetro de distancia, en sentido normal á la dirección del canal.

A pesar de los precios fabulosos (véase el Capítulo VII, § 5), á que los colonos han podido vender sus productos en estos últimos años, esta Comisión ha encontrado al canal en plena decadencia, con muchas chacras ya abandonadas y otras por abandonarse; debido esto á las pésimas condiciones, en que se encuentra aquél; en parte, debido á circunstancias naturales ineludibles; y, en parte, á errores de ejecución y al abandono en que ha quedado el canal mismo, por un largo período de años.

Las circunstancias naturales, ineludibles, se refieren al canal proveedor, expuesto incesantemente y sin remedio á las inundaciones del río. Toda la margen izquierda del Neuquén, desde la Confluencia hasta 30 kms. aguas arriba, en el lugar llamado «La Picaza» (Véase Capítulo XIII) está formada por una ancha zona de terrenos elevados, pero separados del cauce verdadero del río por una faja de terrenos bajos, fácilmente inundables, recorridos por un sinnúmero de arroyos que la cruzan en todo sentido.

Las mismas márgenes del cauce del río, formadas de capas sueltas de reciente formación, no tienen firmeza alguna, ni estabilidad, hallándose, por lo tanto, continuamente sujetas á erosiones ó embanques.

A menos de ir á sacar el agua á la distancia indicada, en terrenos altos y firmes, ó construir obras costosísimas, de consolidación y defensa, en los bajos, era absolutamente imposible proveer de agua al canal sin recurrir al medio empleado; es decir, sin aprovechar uno de los arroyos naturales que recorren esta parte baja del valle, quedando el canal necesariamente sujeto á todos los inconvenientes de tan precaria situación.

El más común de tales inconvenientes, consiste en la

barra ó embanques, que se producen al separarse el arroyo del río, al bajar de cada creciente; los que, sin embargo, no son de gran consideración, reduciéndose, por lo general, á un largo de 300 á 400 metros, por una altura máxima de 1,00 metro.

En cuanto á los errores de ejecución, ellos se concretan á algunos defectos en el perfil del canal principal, y, más que todo, á las demasiado reducidas dimensiones dadas originariamente á la sección del mismo. Esto limitaba necesariamente su potencialidad de riego á una superficie demasiado reducida para que pudiera sostener los gastos de conservación, explotación y administración de un canal de casi 50 kilómetros de largo, en las condiciones indicadas. Otro error originario, que es causa de grandes dificultades consiste en la dirección, absolutamente equivocada, que se ha dado á las calles que dividen las chacras, y, por consiguiente, á las hijuelas de riego de las chacras mismas. Como se dijo anteriormente, esta dirección, sin más motivo aparente que un amor excesivo por la euritmia, se estableció en sentido normal al canal, y, en consecuencia, transversal al valle, en cuyo sentido éste no tiene pendiente apreciable. Esto obliga á los colonos á atajar las aguas del canal principal para proveerse de ellas; o que produce mil dificultades fáciles de comprender. Si se hubiesen orientado las calles con unos 20 ó 30 grados más de inclinación hacia el Este, se habrían salvado un sinnúmero de inconvenientes y gastos.

La última, en orden cronológico, de las causas que han llevado al canal á sus tristes condiciones actuales, ha sido la falta de conservación. Según los datos que hemos recogido, parece que el Gobierno mantuvo el canal, gastando sumas considerables, durante los primeros años: después, cansado quizás de estas erogaciones continuas y sin resultado correspondiente, entrególo sucesivamente á los colonos y á las autoridades militares de Roca; los que, por falta de medios ó por otras causas, han descuidado la vigilancia continua del mismo, y dejado de hacer las reparaciones necesarias, que son condición indispensable en obras de esta naturaleza. Durante estos últimos años, el Gobierno había creado y sostenía una administración bastante costosa (al rededor de $ m/n 6000 al año, ó sea de cinco pesos por hectárea regada), cuya acción

era prácticamente nula; porque parece que ni el Gobierno ni los colonos le suministraban los medios necesarios, en la debida oportunidad, para salvar los inconvenientes del momento. Cualquiera haya sido la causa, en fin, el hecho es que, cuando visitamos el canal, él se encontraba en pésimas condiciones, tanto, que en algunos parajes tenía apenas 0,80 m. de fondo por una altura de 1,30, y, en otros, había desaparecido completamente el cauce, transformándose en un ancho pantano lleno de embanques y vegetación lacustre.

Indicados así, sumariamente, el estado y los inconvenientes de que adolece actualmente el canal; expondremos aquí, brevemente, cuales son las medidas que deberán tomarse para extender su acción, de modo que pueda, con el tiempo, adquirir una vida próspera, y autónoma:

1° Para que el canal pueda tener una toma segura y estable, sería necesario llevarla unos 25 kilómetros más arriba, al lugar anteriormente designado; lo que podría efectuarse cuando se trate de regar todo el valle inferior del Neuquén y todo el del Departamento Roca, en el Río Negro, hasta Chichinales, como está indicado en el Capítulo XIV § 2° y 3°. Pero esta sería una obra colosal, cuya realización, de todas maneras, debería demorarse algunos años.

Entretanto, no hay otro remedio que conservar las cosas como están, procurando mejorar el perfil del fondo del canal proveedor, y estar siempre preparados para efectuar el desembanque de su toma, toda vez que sea preciso, lo que no puede importar un gasto mayor de $ 700 á 800 por año, término medio. Según los estudios hechos, la profundización y regularización del cauce del arroyo hasta las compuertas, requiere un movimiento de tierra de 11500 m^3.

2° Ensanchar el canal actual de modo que pueda llevar el agua necesaria para el riego de la mitad de los terrenos regables desde las compuertas hasta la villa de Roca. Se dice impropiamente «ensancharlo», pues se trata más bien de reconstruirlo de nuevo, con un movimiento de tierra de 247.000 m^3 en excavaciónes y 80,000 en terraplenes.

3° Dar á las hijuelas que llevan el agua del canal principal á las distintas chacras, la pendiente necesaria, lo que puede obtenerse de tres distintas maneras:

a) En lugar de llevar el agua á lo largo de las calles, podrían cruzarse diagonalmente las propiedades; pero esto no es aconsejable por el perjuicio que se ocasionaría á las mismas, y por la gran dificultad que hay siempre en vigilar las aguas cuando corren dentro de terrenos cercados.

b) Traer las hijuelas sucesivamente por los dos lados contiguos de una misma chacra, lo que tiene el inconveniente de aumentar en un 40 % el desarrollo de las mismas.

c) Trazar de nuevo las calles en dirección oblicua con respecto al canal principal, efectuando la subdivisión de las chacras de una manera subordinada á las necesidades del riego, sin vincularse á formas geométricas de ninguna clase.

Este método es el más racional y económico, y puede adoptarse en la mayor parte del territorio, donde no existen chacras trabajadas. A tal fin, convendría rehacer el plan de subdivisión de las chacras, según los datos de un plano general acotado del terreno, teniendo en cuenta los intereses existentes.

4º Alambrar todo el largo del canal del lado de la sierra, pues de otro modo el pisoteo de la hacienda lo reduciría en breve á pésimas condiciones, causando desbordes en los puntos en que el nivel del agua se encuentra arriba del terreno, y practicando, para abrevaderos de los animales, cortos desvíos á propósito.

5º Es absolutamente necesario que por un cierto número de años la administración del canal y su conservación, con todas las obras correspondientes, estén á cargo del Gobierno ó de una empresa particular, haciendo contribuir á los colonos con una cuota fija y preestablecida. El colono no es apto para intervenir en una administración tan importante, y no tiene medios para hacer frente á gastos extraordinarios; por otra parte, debe saber de antemano cuanto le costará el agua. Sólo cuando se hayan creado en la colonia grandes intereses y todo esté bien organizado, podrá ser conveniente entregar la administración en manos de los mismos interesados.

La cuota á establecerse para el riego (siempre, bien enten-

dido, que el agua sea abundante y segura) podría variar entre $ m/n 5.00 y 10.00 por hectáreas por año; pues si los colonos activos, y con algún capital, no pueden hacer frente á esta erogación, ello es indicio de que el problema de la irrigación en estas regiones no ha madurado todavía.

Sin embargo, para acelerar la colonización, sería conveniente dar el agua gratuitamente, por dos ó tres años, y después aumentar gradualmente el canon, cada año, hasta el máximo que se haya preestablecido. Se debe tener presente que, una vez construido un canal, toda el agua que no se utilice es riqueza perdida; mientras que, dada gratuitamente, puede servir para formar los primeros capitales de los colonos pobres y ponerlos después de algunos años en condición de poder pagar el agua usada.

En resumen, según los estudios, bastante detallados, efectuados por esta Comisión, y cuyos comprobantes figuran en el anexo especial ya indicado, resulta que, para poner el Canal Roca en condiciones de vida próspera, y regar 8000 hectáreas, de las 16.000 que caen bajo su acción, desde la presa hasta Roca, es indispensable invertir las siguientes sumas:

Obras en el canal alimentador, desde el río hasta las compuertas; en una longitud de 3283 metros:		
Excavaciones, 11.500m,^{3} á $ 0.70	$ m/n	8050 —
Canal de riego, desde las compuertas hasta un kilómetro más allá de Roca:		
Excavaciones: 247,000m,^{3} $ m/n 0,60.	» »	148.200 —
Terraplenes que no pueden efectuarse con el material proveniente de las excavaciones 80.000m,^{3} á $ m/n 0.50	» »	40.000 —
Cinco puentes, un salto, compuertas y arreglo de las tomas actuales.	» »	35.000 —
Alambrado del canal.	» »	25.000 —
Estudios y gastos de administración	» »	20.000 —
Imprevistos y varios.	» »	23.750 —
Total	$ m/n	300.000 —

Cantidad que repartida sobre las 8000 hectáreas regables, representa una alicuota de $ m/n 37.50 por hectárea, la que no es

elevada si se considera que el canal se construiría casi de nuevo.

Los gastos de administración y conservación pueden estimarse en $ m/n 12.000 al año, comprendido el desembanque de las tomas; mientras que las rentas anuales alcanzarán á un máximo, que puede estimarse en $ m/n 60.000, vendiendo el agua á un precio medio de $ m/n 7.50 por hectárea y por año. Lo repetimos, este precio no es absolutamente alto, si los colonos pueden tener agua segura y suficiente. De todos modos, es cierto que, para ellos es mucho mejor tener agua en estas condiciones, pero segura, que gratuitamente en la forma actual.

§ 2º Desecación de la laguna de Viedma y riego de su valle

El valle de Viedma puede considerarse dividido en dos partes distintas: una zona llana, baja, del largo de 30 á 35 kilómetros y ancho medio de 4 á 5, abierta en su parte superior y cerrada por los demás; la otra, formada por un cordón de terrenos altos del ancho medio de 6.00 kilómetros, que se interpone entre la zona baja antedicha y el río. Como en los demás valles, entra en la parte superior, costeando las barrancas, un arroyo ó salado, que lleva agua en épocas de crecientes. Fundamentalmente, su formación es la misma de todos los demás valles, con la sola diferencia de que, en lugar de estar abierto en su parte inferior, se encuentra cerrado por la barranca misma, que, al acercarse al mar, dá vuelta, en angulo recto, hacia el Norte, uniéndose con el cordón de los terrenos altos.

Las consecuencias de esta conformación son:

a) Que el valle queda así transformado en una cuenca sin salida, en la cual las aguas de creciente, que entran por la parte superior, van acumulándose y aumentando contínuamente de nivel, hasta desbordar por encima del cordón que las separa del río; lo que se verifica raramente;

b) Que, al bajar la creciente, una parte del agua almacenada en la cuenca vuelve al río por el mismo camino, y otra parte queda estancada, formando una gran laguna que no se seca sinó por la acción combinada de la in-

filtración y evaporación; lo que se verifica solamente; después de una serie de años de aguas bajas;

c) Que cuando la laguna llega á desbordar, por encima del cordón de los terrenos altos, se produce una corriente de agua, muy violenta, desde la laguna hacia el río lo cual ha sido la causa de la destrucción de la villa de Viedma durante la gran creciente de Julio próximo pasado;

d) Que, á causa de la humedad del subsuelo, que se evapora en la superficie, el cordón de terrenos altos se encuentra, por lo general cargado de una fuerte cantidad de salitre, como lo demuestra la abundante vegetación de jume que lo cubre, y por esto se presenta poco apto para el cultivo; mientras que la parte baja y lagunar (El Juncal), siempre lavada por las aguas y enriquecida por los légamos depositados por las mismas, debe ser de terrenos excelentes, de una feracidad prodigiosa,

Por lo visto, se presentan dos cuestiones distintas:

Una, es salvar la villa de Viedma y parte de su éjido de las inundaciones periódicas que provienen del aumento de nivel y de los desbordes de la laguna.

Otra, es la desecación, parcial ó completa, de la laguna misma para entregarla al cultivo.

El primer objeto puede conseguirse: bien cerrando el acceso de las aguas en la parte superior del valle, construyendo un terraplén transversal en un punto conveniente para obligarlas á volver al río, ó bien abriendo un ancho desagüe en su extremidad inferior, para descargar las aguas entradas en la laguna.

Para conseguir el otro objeto, es decir, la desecación de la laguna, es de imprescindible necesidad construir el terraplén transversal, ya indicado, para impedir la entrada de las aguas y abrir los desagües necesarios en el fondo de la laguna misma. Para que éstos puedan funcionar regularmente y dejar al terreno en condiciones perfectamente cultivables, es preciso prolongarlos de uno á otro extremo de la misma, haciéndoles recorrer las partes más bajas, y dándoles ancho, hondura y pendiente suficientes, para que el nivel del agua en el cauce de esos desagües quede, á lo menos, 60 ó 70 cen-

tímetros más bajo que la superficie del terreno. Estos desagües deberán servir, al principio, para desecar la laguna y, después, para dar curso á las aguas de lluvia y residuos de la irrigación, de modo que no se formen pantanos. Para impedir que las aguas de mareas altas ó de crecientes penetren otra vez á la laguna por estos desagües, es necesario que las extremidades inferiores de los mismos sean provistas de compuertas automáticas, de la misma forma angular que se usa para las esclusas, las cuales deberán abrirse por sí solas, cuando el nivel del agua del desagüe sea prevalente sobre el del río, y cerrarse cuando suceda lo contrario.

Finalmente, para impedir que las crecientes altas penetren en la laguna, pasando por encima del cordón de terrenos altos, que corre paralelo al río, será probablemente necesario construir también, en este sentido, pequeños terraplenes de defensa.

Se comprende fácilmente que, para concretar proyectos definitivos sobre estas bases, es de imprescindible necesidad conocer á la perfección la altimetría del terreno y las variaciones del nivel del río, debidas á las crecientes y á las mareas, ó á la acción combinada de ambas.

Referente á la primera parte, tenemos los datos de un plano parcial acotado, que acompañaba á un informe presentado al Gobierno por el señor Ingeniero F. Cuenca en el año 1892.

Referente á la segunda, tenemos sólo algunos datos incompletos, que pueden servir para bosquejar un proyecto, pero que no permiten determinarlo en sus detalles con la seguridad necesaria.

Según esos datos resultarían los siguientes presupuestos, de gastos, para las obras necesarias á cada una de las dos operaciones mencionadas:

1º) Abrir un desagüe en la extremidad inferior de la laguna, tan bajo que llegue al fondo de la misma, desembocando en el río, á 21 kilómetros más abajo de Viedma. El único objeto de éste sería dar salida á las aguas altas, que penetran en la laguna, é impedir la inundación de los terrenos altos y el eventual desborde sobre la villa de Viedma. El desagüe tendría un largo de 5,3 kilóme-

tros, una profundidad máxima de 4 metros y requeriría un movimiento de tierra de 260.000 m^3, dándole un ancho en el fondo de 15 ms, sin que se pueda asegurar si esto sería ó no suficiente, pues es completamente desconocida la cantidad de agua que penetra en el valle durante las crecientes. Comprendiendo los accesorios, el importe total de esta obra no podría resultar inferior á 170.000 pesos. Esta solución, que parece muy deseada por los habitantes de Viedma, no presenta, al parecer de esta Comisión, ventajas correspondientes al fuerte gasto que requiere, é incluye el peligro de transformar, con el tiempo, la laguna misma en un brazo perenne del río, perdiéndose así definitivamente esta gran extensión de terrenos muy feraces, que, en una época no lejana, podrá ser la fortuna de esa región;

2º) Construir un terraplén ó dique, que impida á las aguas superiores penetrar en la laguna. Un punto que, según los datos que tenemos, aparece apropiado á tal objeto, se encuentra á 38 kilómetros aguas arriba de Viedma, donde el terraplén tendría un largo de 5 kilómetros, una altura máxima de 3 metros y una media de 2,00 metros. El volumen del movimiento de tierra ascendería á 70.000 m^3, los que, á razón de $ 0.80 el m^3 y agregando el importe de las obras de consolidación necesarias, especialmente en la extremidad inferior, se llega á un costo total de $ m/n 85.000.

Esta solución resulta mucho más aceptable que la anterior, porque con la mitad de los gastos evita los perjuicios de la inundación, no permitiendo el acceso de las aguas, y hace posible la desecación y aprovechamiento de todo el terreno ocupado por la laguna.

Para conseguir esta desecación completa es necesario construir por todo el largo de la laguna verdaderos desagües en las condiciones indicadas anteriormente. Estos desagües pueden tener dos salidas: una en un arroyo que cae al río á 4 kilómetros aguas arriba de Viedma, por medio del cual puede desecarse 1/3 parte de la laguna; el otro, al fin, ó extremo Este de la misma, cortando el cordón de terrenos altos y cayendo al río á 21 kilómetros aguas abajo de Viedma.

Las obras á ejecutarse para uno y otro desagüe serían las siguientes:

Para el primero, es decir, para la desecación de $^1/_3$ parte de la laguna, la que se halla más cerca á Viedma, y que se extiende hacia el Este hasta el punto donde atraviesa el camino que se dirije al Sud, se requieren dos ramales con un largo total de 18 kilómetros y un movimiento de tierra de 56.000 m^3; que á razón de $ 0.60 el m^3, y agregando las compuertas en la extremidad del desagüe y los gastos de administración, hacen un total de $ 50.000.

Para el segundo desagüe, que corresponde á todo lo restante de la laguna, es decir, desde el camino indicado hasta su extremidad inferior, se precisan otros dos ramales, de un largo total de 33 kilómetros, con una excavación de 222.000 m^3; cuyo importe total puede valuarse en $ m/n 160.000

Resumiendo las cifras expuestas, llegamos á los siguientes resultados:

1°) Para abrir un desagüe en el extremo inferior de la laguna al solo objeto de evitar su excesivo aumento de nivel, y que, por su elevado costo, su limitado beneficio y los peligros que incluye, no se considera conveniente: $ m/n 170.000;

2°) Para crear un dique de defensa en sentido transversal al valle y que impida la entrada de las aguas del río á la laguna, obligándolas á volver al río $ m/n 85.000;

3°) Para construir dicha defensa y desecar $^1/_3$ parte de la laguna $ m/n 135.000;

4°) Para construir la defensa y desecar la laguna en su totalidad $ m/n 300.000.

Esta Comisión considera más razonable y práctico, por ahora, la tercera de estas soluciones, con la cual se pueden poner en condiciones de cultivo, como 5.000 hectáreas de espléndidos terrenos, y precaver de las inundaciones toda la parte restante del valle, es decir, otras 25.000 hectáreas por lo menos.

Por falta de mayores datos no está comprendido en estos gastos el importe de las defensas que eventualmente deberán construirse paralelamente al río, desde el terraplén transversal hasta Viedma, en una extensión de 35 kilómetros, al efecto

de impedir que las aguas de altas crecientes pudieran penetrar, por desborde, á la laguna.

Si se lleva á cabo la regularización de los lagos, no habrá, quizá, necesidad de estas defensas, que, de cualquier modo, creemos deberían construirse con muy poca altura y limitadas á algunos trechos y, de consiguiente, no muy costosas.

Respecto al riego de estos terrenos, nos referimos íntegramente á lo indicado en el Capítulo XIII, observando que, siendo este valle el de menor declive, la construcción de un canal será obra muy costosa, pues sería preciso derivarlo á 70 kilómetros de distancia de Viedma y precisamente en la Primera Angostura, frente á Pringles. Creemos siempre que convendría iniciar el riego con máquinas á vapor, aun que fuera temporariamente observando que en este paraje el costo del carbón de piedra resultaría más barato que en cualquier otro punto del valle.

Recordamos, por último, que todo lo expuesto debe considerarse más bien como un ante proyecto; pues, para formular un proyecto concreto en todas sus partes, serían indispensables otros estudios del terreno y una serie de observaciones de las alturas del río en sus distintos estados, á fin de establecer con certitud los períodos en que podrían funcionar los desagües de las lagunas.

En el momento de entrar en máquina este capítulo, recibimos una visita del Sr. Ingeniero E. Schieroni, comisionado por los vecino de Viedma para estudiar las mismas cuestiones de que nos venimos ocupando, pero bajo un punto de vista más limitado. El Sr. Schieroni nos entregó una nota que figurará en el anexo especial de que anteriormente se habló, concretándonos á reproducir aquí el resumen de sus ideas, si bien las hemos interpretado.

El objeto de estos estudios consiste en aprovechar, en lo posible, los terrenos del valle, sea para el pastoreo, sea para la agricultura, con gastos lo más limitados posible, buscando, al mismo tiempo, evitar los perjuicios más frecuentes de las inundaciones ordinarias.

Por lo tanto, los vecinos renunciarían á desecar las partes más bajas de la laguna, limitándose á las márgenes de ella, y por cuanto se refiere á las inundaciones se resignarían á

recibir las extraordinarias, siempre que fuera posible evitar las más frecuentes y comunes, desaguando al mismo tiempo más rápidamente las aguas embalsadas en el primer caso.

Entendiendo dividida la laguna Grande ó «Juncal» en dos partes, separadas por el camino que de Viedma se dirige a la barranca Sud, se proyecta desaguar la parte al Este abriendo en su extremidad un desagüe al río, pero menos hondo, y por una traza distinta de la indicada anteriormente.

La traza nueva se encontraría más al Este de la del Sr. Cuenca, sería un poco más larga, pero mucho más económica. Según el Sr. Schieroni, con su nueva dirección, el desagüe atravesaría una serie de depresiones bastante hondas, separadas entre sí por estrechos albardones, que sería muy fácil ir cortando hasta el río.

La parte de laguna al Oeste del camino indicado sería, igualmente, desaguada en una altura limitada, mediante cortes de otros albardones, y dirigiendo las aguas á dos grandes zanjas que penetran en el valle, más arriba de Viedma, conocidas con los nombres de Juan José Briel y Barraute.

Con estos dos desagües, de muy limitado costo, se piensa proveer á las necesidades del pastoreo, por cuanto, aunque quedarán improductivas las 15 ó 20 mil hectáreas del fondo de la laguna, resultarían bonificadas las anchas márgenes de la misma y en condiciones de producir buenos pastos naturales, gracias á la humedad proveniente de la parte de laguna no desecada,

Por cuanto se refiere á la agricultura, se piensa dedicarle unas cuencas ó depresiones existentes cerca de Viedma hacia al S. O., poniéndolas en condición de relativa seguridad contra las inundaciones. Según los datos recogidos, el fondo de estas depresiones se encuentra más elevado que el del «Juncal», al abrigo de las más altas mareas y de las inundaciones ordinarias directas del río, pero expuestas á ser invadidas por las aguas del «Juncal», cuando sube el nivel de éste por las cresciente que provienen del valle superior; aguas que después quedan estancadas por falta de desagüe. Según lo indica el Sr. Schieroni, resultaría cosa fácil poner en condiciones bastante seguras de cultivo estas depresiones, con solo tapar los pocos boquetes que las ponen en comunicación con el «Juncal», y cortar los estrechos albardones que las separan

del cauce de los arroyos indicados, regularizando también el fondo de las mismos, para dar desagüe á las aguas de lluvia y sobrantes de riego en tiempos ordinarios, y á las aguas de inundación de las crecientes extraordinarias, es decir, cuando la laguna alcanzára á superar los terraplenes de los boquetes señalados. Es de tal modo, que se cree posible entregar á la colonización muchos centenares de hectáreas de tierras óptimas, próximas á la villa, aseguradas contra las inundaciones ordinarias y fáciles á desaguar, por encontrarse á un nivel superior al de las mareas altas.

El Sr. Ing.° Schieroni ha asistido personalmente al drama que se ha desarrollado durante las últimas inundaciones y destrucción de la villa, y ha recorrido los terrenos al retirarse las aguas, de modo que debe encontrarse en excelentes condiciones para apreciar debidamente como se efectúan, en ese extenso valle, los distintos movimientos del agua, que se producen durante los períodos de inundación y desagüe del mismo.

Por lo tanto, si por el momento no pueden ejecutarse las obras radicales, pero muy costosas, anteriormente indicadas, es muy posible convenga conformarse, por ahora, con las señaladas por el Sr. Ing.° Schieroni, asegurandose previamente, con limitados estudios preliminares, de la exactitud de lo expuesto segun las impresiones oculares recibidas por el.

En cuanto á las aguas necesarias para el cultivo de estas zonas, se cuenta con las de lluvia y con la humedad del subsuelo; pero, por lo que ya hemos manifestado por repetidas veces, creemos mucho más seguro y conveniente proveer al riego de las mismas con máquinas elevatorias á vapor.

CUARTA PARTE

Regularización del régimen del Río Negro

Cap. XVII - De las inundaciones del Río Negro; sus ventajas y perjuicios. — Cap. XVIII - Defensas contra las inundaciones. — Cap. XIX - Transformación en depósito de los lagos del Limay para disminuir las aguas "perjudiciales". — Cap. XX - Aprovechamiento de los mismos depósitos para el aumento de las aguas "útiles". — Cap. XXI - Descripción de las obras de embalse de los lagos y presupuestos. — Cap. XXII - Utilización de la cuenca de Vidal como depósito de las crecientes del Neuquén. — Cap. XXIII - Conclusiones.

CAPÍTULO XVII

DE LAS INUNDACIONES DEL RIO NEGRO; SUS VENTAJAS Y PERJUICIOS

§ 1° FRECUENCIA DE LAS GRANDES INUNDACIONES. — § 2° BENEFICIOS DE LAS INUNDACIONES. — § 3° PERJUICIOS DE LAS INUNDACIONES Á LA AGRICULTURA, Á LAS PROPIEDADES Y Á LA NAVEGACIÓN. — § 4° MEDIDAS ÚTILES Á ADOPTARSE EN EL ESTADO ACTUAL DEL VALLE.

---

§ 1° FRECUENCIA DE LAS GRANDES INUNDACIONES

Las tres ó cuatro inundaciones, más grande la una que la otra, que se han sucedido en el Río Negro, en el breve espacio de siete meses, desde fines de Diciembre del año pasado hasta Julio del corriente año, han llamado la atención sobre esta calamidad del valle, haciendo, quizá, surgir la idea que la posibilidad de sus frecuentes repeticiones impedirían poblar y cultivar este espléndido territorio.

Hasta hace pocos años, estas regiones eran prácticamente desconocidas ó, por lo menos, su suerte no era objeto de preocupación alguna á causa de los limitados intereses con ellas vinculados. En consecuencia, las noticias de las recientes inundaciones han ocasionado una sorpresa general, algo así como si se tratara de una desagradable novedad, aunque, efectivamente, no sean estos acontecimientos absolutamente desconocidos.

Las relaciones de los más antiguos exploradores narran las grandes crecientes que barrían el ganado y las tolderías de los indios; allá por los años 1845-47, se produjo otra gran inundación que causó graves perjuicios en los mismos pueblos de Viedma y Patagones; se recordará como, en la expedición militar de 1879, estuvo á punto de perecer ahogada una división entera del ejército nacional. Resulta, por lo tanto, que las inundaciones del valle no son cosa nueva é imprevista, como que, en el Decreto de formación de esta Comisión, estaba precisamente indicado el estudio de esta cuestión. Lo único nuevo ha sido tan solo la extraordinaria altura que alcanzaron las aguas en las últimas crecientes, hecho de que no se tiene ejemplo desde la formación de los pueblos de Viedma y Patagones, es decir, desde fines del síglo pasado.

§ 2º Beneficios de las inundaciones

En los capítulos V y VI se ha dicho lo bastante ó, por lo menos, todo lo que se ha podido recoger relativamente á los niveles, épocas, formación, régimen, etc., de los ríos; en este capítulo nos limitaremos, pues, á indicar las ventajas y perjuicios de las crecientes con respecto á las propiedades, á la navegación y á la agricultura.

Es necesario hacer, sobre este particular, una distinción previa: esto es, si se trata de los perjuicios y beneficios en el estado y condiciones agrícolas actuales del valle, ó si se trata de los que se producirían en caso del cultivo y colonización del mismo.

Actualmente, las inundaciones hiemales del río son altamente benéficas: en efecto, el valle se halla dedicado, al presente, exclusivamente, á la ganadería, la cual requiere pastos, y éstos, á su vez, abundante agua. Faltando las lluvias y los

canales de riego, son las inundaciones las únicas que pueden suministrar á la tierra este elemento indispensable: la experiencia ha demostrado repetidas veces, y lo demostrará también este año, que, á una gran inundación de invierno, suceden á lo menos dos años de prosperidad y nueva vida; mientras que, á un período de sequía sucede el abandono y despoblación, como ha tenido ocasión de constatarlo esta Comisión.

Sobre este punto no puede caber duda alguna, el dilema es: «ó las inundaciones, con todos sus inconvenientes y perjuicios, ó el desierto». Evidentemente, son preferibles las primeras.

Perjuicios de las inundaciones á la agricultura, á las propiedades y á la navegación.—Los perjuicios que ocasionan las crecientes, en el estado actual, son los siguientes:

Cuando ellas tienen lugar en la estación de verano, son verdaderamente desastrosas. El agua estancándose sobre los terrenos, por la poca velocidad que tiene, se calienta, y toda la vegetación, comprendidos los árboles añosos, se pierde hasta las raíces.

En un capítulo anterior se habló de los estragos que hizo en el valle del Río Negro la creciente de Diciembre y Enero pasados.

También las de invierno, cuando son muy altas, pueden causar daños á las propiedades, destruyendo las habitaciones y los alambrados, ahogando las haciendas y ocasionando erosiones y embanques.

Las variaciones de la velocidad del agua en el cauce del río, provocadas por las crecientes, son causa de otros perjuicios, por las corrosiones que se producen en las orillas del río; pues, si es verdad que tales corrosiones son compensadas por la formación de nuevas playas, es cierto también que, á terrenos ya existentes y en activa producción, se sustituyen otros de nueva formación é inutilizables por muchos años.

Finalmente, las continuas variaciones que se efectúan en el cauce del río, contrarían mucho la navegación, por cuanto se pierden los canales existentes por la formación de nuevos bancos, debidos á las acumulaciones de los materiales de los derrumbes y á los atolladeros que se originan por la caída de los grandes sauces.

Si, por el momento, no se pudiera efectuar obras de importancia, para impedir las grandes inundaciones, teniendo en cuenta el modo en que se inician y propagan, sería, sin embargo posible, aminorar considerablemente sus efectos más perjudiciales con algunas medidas muy sencillas.

En el Capítulo VII, parágrafo 3º, hemos indicado como, por lo general, las secciones transversales del valle afectan la forma de una curva cóncava, en el fondo de la cual pasa un arroyo (salado), que comunica con el río en sus extremidades, el cual, seco en aguas bajas, lleva agua en las altas, y se transforma en brazo auxiliar del mismo río en épocas de crecientes. Esta modelación de los valles hace que, los terrenos más altos y seguros sean precisamente los que están á corta distancia del cauce del río, circunstancia que, agregada á la facilidad de las comunicaciones, y á la fertilidad de las tierras bajas que circundan las márgenes del cauce, han dado por resultado que las estancias, los corrales, los cultivos y la vida del valle se hayan concentrado en sus orillas.

Cuando el río aumenta y los arroyos se llenan de agua, se cortan las comunicaciones de los valles con las barrancas, formándose verdaderas islas, de 20, 30 hasta 40 kilómetros de largo, y 3, 4 y hasta 10 km. de ancho. Al principio, el perjuicio se limita á esa interrupción ó mayor dificultad de las comunicaciones, pero si las aguas continúan subiendo, el arroyo desborda, se inundan los campos laterales, y la isla se estrecha hasta desaparecer completamente en las crecientes más altas. El ganado, que encuentra cortada la retirada á las barrancas, se reconcentra en los sitios más altos, en general corrales ó médanos, y muy pronto acaba por perecer de hambre ó ahogado. Las casas, hechas de barro, empiezan á derrumbarse al contacto con el agua, y los pobladores se ven obligados á emigrar, abandonándolo todo.

Medidas útiles, á adoptarse en el estado actual del valle. — Todos estos perjuicios podrían evitarse con relativa facilidad, mediante las siguientes disposiciones y medidas:

a) Servicio telegráfico bien organizado, que, sobre la base de las observaciones que se hicieran en hidrómetros colocados en los tributarios y en el curso mismo del río, podría indicar, con anterioridad y seguridad, las alturas

precisas de las crecientes. La circunstancia de que tanto el Limay como el Neuquén no reciben más afluentes, después de la unión del Collón-Curá con el primero, y del Agrio con el segundo, permitirá señalar á todos los valles inferiores tales alturas con toda la exactitud deseable y con la anticipación de algunos días, según las distancias;

b) Construyendo las casas un poco más elevadas que el terreno y con cimientos de cal y no de barro;

c) Colocando los corrales en partes altas, con provisión de pasto seco;

d) Construyendo, en los puntos más apropiados, caminos elevados, sobre terraplenes, para conservar la comunicación del valle con las barrancas, aunque fuera á distancia de 20 á 30 kilómetros uno de otro;

e) En defecto de estos caminos, cada estancia debería proveerse de una buena chalana para cruzar la parte inundada del valle en caso de peligro.

Insuficiencia de las mismas en caso de colonización. — Pero se comprende como estas medidas no serían ya suficientes en caso de introducirse en el valle la verdadera agricultura y colonización. Una creciente de verano, acontecimiento no muy raro, bastaría para perder el trabajo acumulado durante una generación.

Las presas de agua, los canales y, en general, todas las obras hidráulicas quedarían expuestas á daños é interrupciones muy perjudiciales, ó sería necesario construirlas con gastos excesivos, de dimensiones y solidez suficientes, como para desafiar la violencia de esas grandes crecientes. Además, la navegación y, en menor escala, el mismo ferrocarril, sujetos á interrupciones y accidentes, no podrían prestar sino servicios muy deficientes al comercio.

De todas estas razones, resulta evidente que, en caso de poblarse y cultivarse intensamente el valle, es indispensable ponerlo en condiciones de absoluta seguridad contra las grandes inundaciones: tal será el tema de los capítulos que siguen.

CAPÌTULO XVIII

DEFENSAS CONTRA LAS INUNDACIONES

§ 1° AGUAS «ÚTILES» Y AGUAS «PERJUDICIALES».—§ 2° DISTINTOS SISTEMAS DE DEFENSAS.

---

§ 1° AGUAS «ÚTILES» Y AGUAS «PERJUDICIALES».

Es sabido como las aguas de los ríos son ampliamente utilizadas para el comercio, la industria y la agricultura, y como bajo este aspecto, los hidráulicos las dividen en útiles y perjudiciales. Aguas *útiles* son las que, por su constancia, permiten un uso continuado y seguro de ellas; *perjudiciales* son las que exceden la parte que puede considerarse constante, y que no solo no pueden ser utilizadas por su eventualidad, sinó que perjudican el uso de las primeras. Estas son, en otras palabras, las aguas de crecientes.

Hacer que las perjudiciales se transformen en útiles es, por sus trascendentales consecuencias, quizá el más elevado é importante problema de la hidráulica fluvial.

En el capítulo anterior, han sido descriptos los perjuicios que ocasionan las grandes inundaciones, en los valles del Río Negro y sus tributarios, á las propiedades, al cultivo y á la navegación; además, en el Capítulo XII se constató que, si los actuales caudales que lleva el río son suficientes para el riego de sus valles, sería absolutamente imposible pensar en el riego de las zonas marítimas, sin procurarse, artificialmente, otra agua; finalmente, se ha dicho como el porvenir económico del valle descansa esencialmente sobre una buena y fácil navegación del río en todas las épocas del año. Se puede, por lo tanto, decir con verdad: que el porvenir de estas regiones está fundado principalmente en una inteligente y económica utilización de sus aguas.

A la navegación convendría un volumen constante de agua, la irrigación precisa volúmenes que varíen, según las estaciones, en la proporción de 1 á 3; mientras que los caudales del río varían, probablemente, de 1 : 12 ó de 1 : 15 á lo ménos.

Por lo tanto, se comprende fácilmente cuan grande sería la ventaja, si parte del agua que excede en unos períodos pudiera utilizarse para hacer frente á las deficiencias de otros, y cuanto mayores aún serían esos beneficios, si la parte que se almacenase en fàvor de las bajantes, fuera precisamente la que no solo superabunda, sinó que perjudica en forma de crecientes.

Con una sola obra que pudiera transformar las aguas perjudiciales en útiles se conseguiría la solución completa de los grandes problemas anteriormente indicados.

El objeto de este capítulo es, precisamente, estudiar como pueden conseguirse estos elevados fines de un modo seguro y económico, teniendo siempre en vista que la cuestión apremiante es la de las inundaciones, pues, por cuanto se refiere al riego, las aguas actuales son suficientes para suplir á sus necesidades por un largo período de años.

§ 2º Distintos sistemas de defensas contra las inundaciones

Defensas por terraplenes.—Defensas por medio de embalses.—Estanques.—Pantanos.—Lagos.

Son tales las ruinas que puede diseminar en su curso una gran creciente, que ha sido preocupación constante de todos los Gobiernos previsores buscar los medios para defender contra ellas las regiones más expuestas, las que, por lo general, son tambien las más ricas y pobladas; y puede afirmarse que la Ciencia Hidráulica debe su ser y sus adelantos precisamente al estudio de este problema. La defensa del gran valle del Pó, por ejemplo, ha servido de escuela á generaciones de ingenieros, cuyos escritos han sido la base de la Hidráulica Moderna.

Defensa por terraplenes. — La solución más sencilla, y que fué la primera adoptada, fué la construcción de terraplenes paralelos al río, para contener sus desbordes.

Este sistema, á más de ser muy costoso, presenta el gran inconveniente de que al levantamiento progresivo del cauce del río que se verifica en ciertas circunstancias, debibo á los depósitos de aluvión, no sigue el incremento paralelo en la superficie de los valles; lo que, con el tiempo, crea una condición artificial en extremo perjudicial y peligrosa. Luego, se pensó también en cubrir de nuevo de selvas los terrenos ele-

vados de las cuencas tributarias de los ríos; porque se consideró que, el corte de los bosques y el cultivo de los terrenos á fuerte inclinación, eran las causas de una más rápida precipitación de las aguas en los valles y del embanque del cauce de los ríos, por la mayor cantidad de los materiales acarreados. El sistema es racional, pero lento, no siendo aplicable en grande escala sin despoblar regiones enteras: de todas maneras, no es ciertamente el que puede ser aplicado en nuestro caso.

Defensa por medio de embalses. — Después, se propusieron, para este objeto, los grandes depósitos. Se pensó que éstos, que anteriormente se habían construido en provecho exclusivo de la irrigación, podían utilizarse también en grande escala para disminuir el volumen de las crecientes. Pocos años hace, este problema fué estudiado detenidamente, dando lugar á vivas polémicas, especialmente con motivo del gran valle del Ródano. Un insigne agrónomo francés no titubeó en proponer se cubriera el territorio de Francia de tales obras, por un costo de 12 mil millones de francos, calculando que los beneficios directos y los perjuicios evitados habrían compensado con usura las erogaciones que importaría la realización de esas obras colosales.

La formación de grandes depósitos de agua puede efectuarse de tres distintas maneras:

Estanques: Creando estanques á gran superficie, pero poco profundos, circundando, con diques de tierra ó con muros, zonas ligeramente onduladas. Este sistema se usa frecuentemente, en pequeña escala, en el interior de la República para formar abrevaderos. En otros países, ha adquirido un desarrollo enorme, como, por ejemplo, en el territorio de la Presidencia de Madrás (Indostan), donde existen 43 mil de estos estanques, con un desarrollo de 48.000 kms. de longitud de diques. Es un sistema costoso, que exige circunstancias especiales en la modelación altimétrica del terreno, y que obliga á ocupar grandes extensiones de tierras bajas, que siempre son las mejores.

Pantanos: — Otro sistema, que es, puede decirse, el opuesto del anterior, consiste en cerrar con altos muros los valles profundos que se encuentran entre las serranías. Existen

bastantes ejemplos de estas obras gigantescas, y en la República tenemos uno verdaderamente magnífico, él de San Roque en la Provincia de Córdoba.

Pero también estas obras son de costo muy elevado; y, además, exigen un concurso de circunstancias especiales, que no es fácil encontrarlas todas en un mismo lugar. Las dificultades inherentes son tales que, muy raramente, resulta económicamente conveniente la construcción de estas obras, si no son destinadas á suministrar agua potable ó bien para proveer á cultivos muy valiosos.

Lagos: — El tercer sistema, consiste en el aprovechamiento de los lagos ó lagunas. La gran superficie, que abarcan generalmente estos depósitos naturales, permite recojer grandes volúmenes de agua con obras de muy limitada importancia: pero también en este caso se presentan sus dificultades. Por lo pronto, es muy limitado el número de lagos en las regiones en que pueden ser utilizados: y, donde los hay, no se puede variar sensiblemente los niveles del lago, por ser sus márgenes intensamente pobladas.

Resumiendo: el sistema de la formación de grandes depósitos, en cualquier forma que sea, para la regularización de los ríos, aunque represente la solución ideal, no ha podido aplicarse en grande escala á causa de su costo elevado y de la incertidumbre de su éxito en ciertas eventualidades meteóricas.

Con estos antecedentes, sería temerario pensar en las presentes condiciones económicas de esas regiones, en resolver este problema mediante cualquiera de las formas indicadas, si un concurso de circunstancias felices no permitiera afrontarlo con ánimo sereno y con la seguridad de proponer algo absolutamente práctico y factible. Pero, antes de entrar en mayores detalles sobre la solución que se propone, será conveniente precederlas de algunas ideas generales sobre la función natural que ejercen los lagos en el régimen de los ríos que ellos interceptan.

CAPÌTULO XIX

TRANSFORMACIÓN EN DEPÓSITOS DE LOS LAGOS DEL LIMAY PARA DISMINUIR LAS AGUAS PERJUDICIALES

§ 1° Régimen de los ríos interceptados por lagos — § 2° Aplicación de las conclusiones del parágrafo anterior al río Negro — § 3° Altura de los embalses en los lagos y efectos consiguientes.

---

§ 1° Régimen de los ríos interceptados por lagos

Modificaciones que sobrevienen en los caracteres del río - Aclaración de las aguas - Temperatura de las aguas - Acción moderadora de los caudales - Límite de la acción moderadora - Acción retardadora.

Modificaciones que sobrevienen en los caracteres del río. — Cuando un río montañoso es interceptado por un lago, al salir de éste se encuentra profundamente modificado en todos sus caracteres. El agua, que entra en ellos agitada, turbia, acarreando tierra, piedras y plantas, sale invariablemente limpia, cristalina y tranquila. Proveniendo de los derretimientos de campos de nieve ó ventisqueros, entra á temperatura muy baja, saliendo siempre templada. Llega en volúmenes extremadamente variables, siguiendo, día por día, las vicitudes meteóricas, y sale con majestuosa tranquilidad, aparentando advertir apenas las lluvias torrenciales y los largos períodos de sequía.

Aclaración de las aguas. — Se comprende fácilmente que las aguas, á causa de la velocidad insensible que adquieren en los lagos, puedan salir más ó menos claras después de atravesarlos: pero la disminución de velocidad no sería suficiente para darles su aspecto cristalino si no interviniera en ello otra circunstancia. A los lagos situados al pié de elevadas serranías, concurren aguas muy frías, mientras la superficie de los lagos mismos adquiere temperaturas más altas por hallarse expuesto á la radiación solar. La diferencia de temperatura, entre el agua que entra y la de la capa superficial, constituye una diferencia

de densidad suficiente para impedir que las dos se mezclen. El agua que entra, fría y densa, se precipita en las honduras del lago, levantando las capas superiores, más calientes y livianas, que son las que salen del desagüe ó emisario. Es por este motivo que el agua llegada última demora largamente antes de salir, y tiene el tiempo suficiente para aclararse completamente. (1)

Temperatura de las aguas.—Este mismo fenómeno explica por qué la temperatura del agua que sale es constantemente más elevada de la que entra, y porque las márgenes de los lagos gozan de un clima muy templado durante todo el año.

Los lagos son grandes acumuladores de calor: el ilustre ingeniero Forel calculó que el lago Leman ó de Ginebra acumula la enorme cifra de 123.000 millones de calorías, que devuelve durante el invierno. Esta alta temperatura, que conservan las aguas de los lagos en el invierno, es preciosa para los riegos hiemales, por cuanto se utiliza después con provecho para la vegetación.

Acción moderadora de los caudales.—Pero el grande y más importante beneficio, que ejercen los lagos en el régimen de un río, consiste en la regularización de los caudales de este último.

El ilustre Lombardini, que fué el primero en estudiar esta parte de la hidráulica, en su clásica obra: «Della natura dei laghi», dice muy justamente que «los lagos son los volantes de los ríos».

Es fácil comprender como se efectúa, en la práctica, la acción reguladora de los lagos. Supóngase que en un lago de régimen estable (2) se verifique un aumento en el volumen de agua que entra: para que este mismo volumen pueda salir por el emisario, es preciso que el nivel de éste se levante un tanto, lo que no puede suceder si contemporáneamente no se levanta de otro tanto el nivel del lago. Cuando se

(1) Mediante un cálculo sencillo, podría demostrarse que si, por ejemplo, el lago Nahuel-Huapí tiene una hondura media de 60 metros tan solo, las aguas que entren en él demorarían tres años para salir.

(2) Se dice que un lago es de *régimen estable* cuando el volumen del agua que entra "afflussi" es igual al volumen de la que sale "efflussi", de modo que su nivel queda invariable.

haya efectuado este aumento, alcanzándose otra vez un régimen estable, según las nuevas condiciones, es claro que el volumen total del agua salida del lago será igual al entrado, menos la cantidad que queda en él, representada por el producto de la superficie de su espejo por la diferencia de las alturas del principio y fin de este período. Lo contrario ocurre cuando los «afflussi» disminuyen. Para que disminuyan también los «efflussi» es preciso que el emisario baje de nivel, esto es, que baje el nivel del lago: cuando se haya producido nuevamente el equilibrio, el volumen total de agua salida será igual al entrado, más el de que ha bajado el lago. Estos volúmenes, que se acumulan en el lago en los períodos de aumento de los «afflussi», y que son devueltos cuando éstos disminuyen, representan la fuerza moderadora del lago; la que es tanto mayor cuanto más grande es la superficie del espejo «lacual» en relación á la de la cuenca imbrífera, y cuanto más cerrada es la salida del emisario.

Límites de la acción moderadora.—Pero, tampoco es constante esta fuerza en un mismo lago: á paridad de aumento en los «afflussi», es máxima cuando el lago se encuentra á un nivel bajo, disminuye gradualmente aumentando este nivel, y desaparece completamente en el caso extremo en que el nivel del lago se halle tan alto que el agua que sale del emisario sea igual á la que entra. Este último caso puede verificarse cuando lluvias constantes se prolonguen por un número considerable de días.

Puede producirse, también, después de un período de sequía muy prolongado, es decir, cuando el agua haya bajado tanto que la que sale sea igual á la que entra. También, en este caso, desaparece el poder moderador.

Por lo tanto, queda establecido que la acción moderadora de los lagos tiene un límite, y que en determinadas eventualidades, también los ríos con lagos interpuestos están sujetos á sufrir grandes crecientes ó bajantes como lo están los que no los tienen, aunque normalmente la acción moderadora es segura é infalible.

Acción retardadora.—Analizando más íntimamente los fenómenos que se efectúan en un río á régimen «lacual», se puede observar como, á más de la acción moderadora, se

desarrolla otra, que podemos llamar «retardadora», que tiene por efecto retardar durante algún tiempo el descenso de una creciente: la eficacia de esta acción persiste, aun cuando desaparezca la otra.

Ella resulta muy conveniente, por atenuar las crecientes de los ríos cuyos tributarios sean «lacuales» unos y otros no; pues las crecientes de los primeros empezarán á bajar cuando ya haya pasado la de los segundos. Algunas veces puede ser suficiente un día de intervalo para evitar los mayores desastres.

§ 2º Aplicación de las conclusiones del parágrafo anterior al Río Negro.

Obras á construirse y cuestiones previas por resolver.—Circunstancias naturales que favorecen la solución del problema.—Limitación de la zona lluviosa.—Ausencia de población en los lagos.—Reducida relación entre las superficies de los lagos y las de sus cuencas imbríferas.

Obras á construírse y cuestiones previas por resolver.— De lo expuesto en el parágrafo anterior, resulta que la magnitud de una creciente en el Río Negro es debida más á una lluvia continua durante un cierto número de días, que á una lluvia violenta y de corta duración; por cuanto en el primer caso las crecientes del Limay y del Neuquén llegan juntas y, en el segundo, sucesivamente.

Dos casos típicos han ocurrido, á su respecto, últimamente. Una, á fines de Diciembre del año pasado, durante la cual ocurrió, en el Neuquén, una creciente extraordinaria, la mayor conocida hasta entonces según se decía, que resultó sin embargo, muy limitada para el Río Negro, porque la del Limay llegó atrasada y atenuada por la acción de los lagos. El otro caso ha ocurrido en Julio último: como siempre, llegó antes la creciente del Neuquén; pero, como las lluvias persistieron, ésta no había terminado de pasar cuando se le juntó la del Limay, ocasionando una verdadera catástrofe.

De las consideraciones expuestas fluye que el remedio seguro y único para evitar las grandes inundaciones, en el valle del Río Negro, consiste simplemente en seguir el camino ya trazado por la naturaleza; es decir, retardar el descenso de las aguas del Limay por todo el tiempo que necesitan para pasar las del Neuquén.

Este fin puede conseguirse reteniendo la salida de las aguas de los lagos, en el punto donde éstos cesan y se inician los ríos, por medio de obras transversales á los cauces, largos de una á otra barranca, y provistos de sus correspondientes compuertas.

Claro es que, con una de estas obras, un lago se transforma en verdadero depósito á completa disposición del hombre, que puede tenerlo completamente en seco ó sacar de él el volumen de agua que quiera. La obra debe ser lo suficientemente alta, para que el agua no pueda nunca escurrirse sobre ella: esta altura hay que establecerla, haciendo intervinir como factores la cantidad máxima de lluvia que puede afluir al lago, la superficie de éste y el régimen al cual se quiere someter al río.

Así planteada la cuestión, surgen, expontáneas, las preguntas que siguen:

¿Será, con seguridad, eficaz la acción de las obras que se construyan con el fin indicado?

¿Podrán éstas producir graves inconvenientes de otra naturaleza?

¿Será posible ejecutarlas sin gastos excesivos y no compatibles con las condiciones económicas actuales de esa región?

Estos son los problemas que deben resolverse.

Circunstancias naturales que favorecen la solución del problema.—Anteriormente, se indicó que si en el presente caso puede esperarse una solución práctica de la cuestión, ello es debido únicamente á una serie de circunstancias especiales, extremadamente favorables. Este es el caso de indicarlas, por que de su conocimiento debe surgir la demostración evidente de este proyecto y la convicción de su fácil realización.

Estas circunstancias son:

1° Que la zona verdaderamente lluviosa, en toda la cuenca del Limay, se limita á la que es tributaria de los lagos;

2° Que las orillas de los lagos son enteramente despobladas;

3° Que la superficie de los lagos es muy grande en relación á las de sus cuencas inbríferas.

Limitación de la zona lluviosa.—La primera circunstancia favorable consiste en que la zona verdaderamente lluviosa de toda la cuenca del Limay, se limita, por lo que hemos expuesto en el Capítulo III y lo que resulta de la Lámina II, á la parte más elevada de la misma, y, precisamente, á la región ocupada por los lagos.

El área total de la cuenca tributaria del Limay puede valuarse en 50 mil kms. cuadrados, en los cuales, según lo expuesto en el Capítulo IV § 5°, la zona lluviosa está representada por 11500 kilómetros cuadrados, de los cuales 8500 desaguan en los lagos. Esto quiere decir que, de toda la cuenca del Limay, solo 1/5 contribuye á formar sus crecientes, y, de éstas, 3/4 atraviesan lagos. Naturalmente, en épocas de grandes precipitaciones meteóricas, la zona semi-lluviosa contribuirá también con sus contingentes, á aumentar los caudales del Limay, pero en proporciones mucho menores que la zona superior.

Para expresar con números el estado real de las cosas, podríase considerar que, interceptando en un momento dado, todas las salidas de los lagos, se detendrían probablemente las 2/3 partes de las aguas del Limay.

Muy distinto sería el resultado, si toda la cuenca de este río fuera igualmente lluviosa: en este caso, cerrando los lagos, sus aguas disminuirían tan solo de 1/6, es decir, que el efecto pasaría casi inadvertido.

Queda, con lo dicho, satisfecha la primer pregunta, pues la obra será ciertamente eficaz con solo dar al embalse de los lagos la altura necesaria, como se establecerá más adelante.

Ausencia de población en los lagos.—Otra circunstancia muy favorable, y que puede estimarse decisiva, es que los lagos y sus riberas se encuentran, en la actualidad, absolutamente despoblados, y sus márgenes son aún de propiedad del Estado; lo que permite levantar ó bajar el nivel de las aguas algunos metros sin herir ningún derecho ó perjudicar interés alguno.

Para apreciar la importancia de este hecho, en la práctica, bastará indicar sumariamente lo que ocurre cuando se efectúa algo de parecido en territorios poblados. En esas regiones donde ha sido aprovechada por la agricultura y por la in-

dustria, hasta la última gota de las aguas *útiles* de un río representa un enorme beneficio aumentar, aúnque sea de poco, el volúmen de esas aguas, almacenando, en los lagos, las excedentes de otros períodos. No han faltado proyectos para conseguir este objeto; pero su ejecución ha fracasado, casi siempre, debido á la oposición, tenaz y sistemática, de los mismos ribereños de los lagos principalmente, para los cuales cualquier alteración en el régimen de los mismos, aunque de mínima importancia, que pudiese ser causa de un mayor levantamiento en el nivel del lago, ha sido considerada como atentatoria de sus derechos.

Un ingeniero que presenta un proyecto de esta naturaleza debe ponerse en condiciones de probar á los ribereños del lago que la obra y las maniobras, que se efectuarán en ella, no podrán provocar, en ninguna circunstancia, oscilaciones en el nivel del lago superiores á las que se producirían conservándolo en sus condiciones naturales. Al mismo tiempo, debe, igualmente, probar á los pobladores de las riberas del río y á los que utilizan sus aguas, que nunca se verificarán en él crecientes ó bajantes más fuertes que las que se producirían sin la obra. La tarea no es fácil, pues hay efectivamente antagonismo entre los intereses del lago y los del río, por cuanto es difícil mejorar las condiciones del uno sin empeorar las del otro. Si sobreviene una creciente mientras se ha conservado artificialmente alto el nivel del lago, es muy posible que éste alcance una altura mayor que la que hubiera resultado sin el embalse artificial, perjudicando á los pobladores del lago. Podría evitarse este inconveniente construyendo las obras con grandes aberturas, á fin de descargar, rápidamente, las aguas almacenadas. Pero entonces son los ribereños del río los que se opondrían de miedo que se produjese una creciente artificial más grande que la que se verificaría sin el embalse.

Dificultades análogas pueden presentarse en algún período de sequía extraordinaria.

Desenvasando el lago sin las consiguientes precauciones, puede suceder que baje su nivel más de lo ordinario, resultando el derrumbamiento de las casas colocadas en sus orillas, ó que falte el agua en el río.

Sin embargo, este antagonismo no es absoluto. Estudiando bien la naturaleza del río, con el auxilio de un largo período de observaciones diarias del nivel del lago, es posible establecer un reglamento que concilíe los dos intereses: pero este estudio es muy delicado y difícil y puede dar lugar á polémicas interminables.

Por las circunstancias ya señaladas desaparecen, en nuestro caso, todas estas dificultades, Absolutamente despreocupados de lo que puede suceder en el interior del lago, sería siempre fácil arreglar las cosas de modo que resulte íntegro y máximo el beneficio en favor del río que lo desagua. Con esto, queda igualmente contestada la segunda pregunta.

Relación entre las superficies de los lagos y las de sus cuencas imbríferas.—La tercera y última circunstancia propicia al caso nuestro favorece la parte financiera, y consiste en la gran superficie que tienen los lagos en relación á las de sus cuencas tributarias. En el cuadro del Capítulo IV § 5° resulta que tal relacion es en el Nahuel-Huapí y Traful de 1 á 7, y que la media general es de 1 á 8. Esta relación entre las dos superficies es extraordinariamente baja, pues, por ejemplo, para los lagos alpinos tal relación varía entre 1 á 20 y 1 á 30 y para el lago Carrilauquén es como 1 á 54.

Este particular tiene una influencia fundamental en el costo de las obras de embalse.

En efecto, la eficacia de la acción moderadora, que, á paridad de otras circunstancias, ejerce, una altura determinada de embalse, en el régimen de un rio «lacual», es rigurosamente proporcional á la relación que existe entre la superficie del espejo del lago, y la de su cuenca tributaria. Es claro, por ejemplo, que en dos lagos que tengan el mismo espejo y que reciben el tributo de cuencas cuyas superficies sean una el doble de la otra, es claro decimos, que en este último será necesario un embalse de altura doble del primero, para ejercer una acción equivalente en el río que lo desagua. En consecuencia, para los lagos alpinos, cuya mencionada relalación es de 1 á 25, se necesitarían embalses tres veces más altos de los del Limay cuya relación es de 1 á 8, para conseguir los mismos resultados.

Ahora bien, en obras de esta naturaleza, el elemento «al-

tura» tiene una influencia capital en su costo, y puede estimarse que éste aumenta aproximadamente en razón de sus cuadrados, cuando no intervengan circunstancias especiales y no se trate naturalmente de grandes diques de alturas mayores de 12 á 15 metros, cuya construcción es de índole absolutamente distinta de la de que nos ocupamos. Como fácilmente se comprenderá, mediante estos datos, un embalse efectuado en la cuenca del Limay costaría, á paridad de eficacia, nueve veces menos que en los lagos alpinos, amén de otras circunstancias que siempre favorecen la ejecución de obras de menor importancia.

§ 3º Altura del embalse en los lagos y efectos consiguientes.

Superficie de los lagos utilizables y de sus cuencas. — Volumen mínimo de agua que debe almacenarse y altura del embalse necesario. — Efectos del embalse sobre las crecientes del río.

Superficie de los lagos utilizables y de sus cuencas. — Ilustrada la cuestión con los antecedentes expuestos en el parágrafo anterior, será posible encararla más directamente, determinando, por medio de números, los efectos que se pueden esperar; la clase y dimensiones de las obras á construirse. En el cuadro del Cap. IV, § 5º figuran todos los lagos y lagunas que se han reconocido en la cuenca del Limay. Entre éstos los hay muy pequeños, que no merecen ser tomados en cuenta; otros, se encuentran escalonados en el mismo valle, y, entonces, ó se podrá embalsarlos todos, ó solo el último, ó únicamente el más grande, según las conveniencias. Creemos que sería suficiente limitar las obras á los cinco mayores, que son: el Nahuel-Huapí, el Traful, el Lo Log, el Huechú-Lauquén y el Aluminé; los cuales representan 6000 kms. cuadrados de cuenca. Sin embargo, los cálculos se harán sobre los trece lagos mas importantes que figuran en el cuadro siguiente, entre los que se hallan en el cuadro de la página 25 Capítulo IV § 5º

LAGO	Altura sobre el mar	Nombre del río que lo desagüa	Superficie del lago	Superficie de la cuenca imbrífera	Relación entre las dos superficies
Nahuel Huapi.........	740	Alto Limay	523	3500	$^1/_7$
Traful................	720	Traful	102	740	$^1/_7$
Falkner...............	900	Caleufú	17	370	$^1/_{22}$
Filohuehuén...........	830		11	230	$^1/_{21}$
Hermoso..............	1040	Metiquina	21	250	$^1/_{12}$
Metiquina.............	900		20	350	$^1/_{17}$
Lo Log...............	890	Quilquehué	50	470	$^1/_9$
Paimún...............		Chimehuín	30	380	$^1/_{13}$
Huechú Lauquén.......	890		61	540	$^1/_9$
Tromen...............	1010	Mallén	30	130	$^1/_4$
Quillén...............	1000	Quillén	26	300	$^1/_8$
Aluminé...............	1130	Aluminé	56	485	$^1/_9$
Moquehué.............	1135		21	220	$^1/_{10}$
		TOTALES...	968	7965	$^1/_8$

Los totales de las superficies son 968 kms. cuadrados para los lagos, y 7965 kms. cuadrados para las cuencas tributarias, siendo la relación media entre ellos de 1 : 8.

Volumen máximo de aguas que debe almacenarse y altura del embalse necesario. — Cuando, como en nuestro caso, en las orillas del lago no existen intereses de los cuales no puede prescindirse, no hay ley alguna que fije la altura del embalse del lago mismo. Cuanto más alto se haga, tanto más grandes resultarán sus beneficios; por consiguiente, la única base para fijar este elemento es la conveniencia económica. Solo que, no debe exagerarse dicha altura, para evitar que, por falta de agua, parte de aquella quede después inoficiosa. Para establecer esta ecuación de conveniencia, deben determinarse los efectos útiles que pueden conseguirse con diferentes alturas, y compararlos con los gastos correspondientes. Para esto, se necesita conocer el régimen del lago, es decir, la escala de

sus variaciones de nivel en las distintas estaciones, con los correspondientes volúmenes de agua que salen.

Sobre este particular no poseemos, como ya se indicó en el Cap. V § 3º, ninguna observación: los únicos datos que tenemos son los determinados por esta Comisión. Según éstos, el lago Nahuel-Huapí se halla sujeto á oscilaciones de 2,^{m}25 y los caudales varían entre un mínimo de 150 m^3 y un máximo de 720 m^3. Estudiaremos la cuestión basándonos en estas cifras.

Se ha dicho, anteriormente, que, para evitar las grandes inundaciones en el Río Negro, es suficiente impedir que las crecientes del Limay se superpongan á las del Neuquén; y que puede lograrse este resultado, deteniendo en los lagos las crecientes del primer río, hasta que hayan pasado las del segundo. El período máximo de las crecientes últimas fué de cinco á seis días en Roca y ocho á diez en Viedma; pero para ponernos á cubierto de toda eventualidad, supondremos que tal período alcance á 20 días. Si el volumen máximo que sale del lago es de 720 m^3 por segundo, cerrándolo completamente por el indicado período de 20 días, deberíanse acumular en él

$$720 \times 86400 \times 20 = 1244 \textit{ millones}$$

de metros cúbicos, que, repartidos sobre la superficie del lago, de 523 kms.^{2}, dán un altura de 2,38 mts. ó, en cifras redondas, 2.^{m} 50. Por lo tanto, esta altura representa la del embalse que debería conservar disponible el lago en todas aquellas épocas del año en que la experiencia indique posible semejante período de lluvias torrenciales.

Efectos del embalse sobre las crecientes del río. — Si la misma operación se ejecuta sobre los demás lagos, el efecto total resultará proporcional á la relación de la suma de las superficies de todas las cuencas á la del Nahuel-Huapí. Estas superficies son, respectivamente, de 7965 y 3500 kms. cuadrados; por consiguiente, el volumen total de agua que podría almacenarse en los lagos, en una creciente máxima simultánea en todos, sería de:

$$720 \times \frac{7965}{3500} = 1634 \text{ m}^3$$

esto es, en cifras redondas, de 1600 metros cúbicos por segundo y por un período entero de 20 días. Este volumen

representa también el en que quedaría disminuida una creciente del río Negro si se ejecutaran estas obras. Debe tenerse presente, que el embalse de 2.m50 de alto es solo aplicable á los lagos, que, como el Nahuel-Huapí, tienen la relación de 1 : 7 entre la superficie del mismo y la de la cuenca tributaria, y, que, para tener el mismo resultado en los otros, sería necesario hacer variar sus alturas en razón inversa de esa relación. Notaremos que tales diferencias tienden á compensarse, por cuanto la relación media de todos ellos es de 1 : 8, como ya se indicó.

Para dar una idea del efecto que resultaría en el Río Negro, sustrayendo á sus crecientes un volumen de 1600 m^3 por segundo, diremos que, como se deduce del cuadro de los aforos del río, agregado al Cap. VI, § 2°, una creciente de seis metros quedaría reducida á cuatro y una de cinco á dos y medio.

CAPÍTULO XX

APROVECHAMIENTO DE LOS MISMOS DEPOSITOS PARA EL AUMENTO DE LAS AGUAS «UTILES»

§ 1° DIFICULTADES EN EL GOBIERNO DE UN LAGO, REGULARIZADO PARA TRANSFORMAR LAS AGUAS «PERJUDICIALES» EN AGUAS «ÚTILES» — § 2° PARTE DEL EMBALSE QUE PUEDE APROVECHARSE PARA EL AUMENTO DE LAS AGUAS «UTILES» — § 3° AUMENTO EN EL VOLUMEN, QUE PUEDE CONSEGUIRSE EN LAS AGUAS «UTILES» Ó DE BAJANTE.

---

§ 1° DIFICULTADES EN EL GOBIERNO DE UN LAGO, REGULARIZADO PARA TRANSFORMAR LAS AGUAS «PERJUDICIALES» EN AGUAS «ÚTILES».

Se dijo, anteriormente, que la regularización de los lagos, que en nuestro caso tiene por objeto inmediato y principal la disminución ó supresión de las crecientes, podría también aprovecharse útilmente para aumentar el volumen de las aguas de bajante, en beneficio de la irrigación y de la navegación,

Aunque, á primera vista, puede parecer muy racional y de fácil aplicación el doble destino de un depósito de agua para los dos fines señalados, la cosa presenta, sin embargo, graves dificultades prácticas; por cuanto, hablando abstractamente, el modo de gobernar la obra de embalse es diferente, según se utilice para evitar las grandes crecientes ó para aumentar el volumen de las aguas de estiaje.

En el primer caso, es evidente que se deberá conservar el lago lo más bajo posible, á fin de tener siempre disponible la capacidad máxima, para contener alguna creciente extraordinaria, sea por la cantidad sea por la época en que se produce. En el segundo caso, por el contrario, habría que tratar de conservarlo lo más alto posible, para tener siempre pronta una masa de agua considerable, con que hacer frente á cualquier deficiencia extraordinaria. Prácticamente, por suerte, la sucesión de los fenómenos meteóricos no es tan irregular como para substraerse, en absoluto, á toda previsión. En todos los climas existen períodos del año en los cuales se puede prever, con seguridad, la lluvia ó la sequía; por consiguiente, al aproximarse el primer período, se puede desenvasar sensiblemente el lago sin miedo de quedarse después sin agua; como, al acercarse el segundo, se puede aumentar el embalse, sin peligro que sobrevenga después una gran creciente estando el lago lleno.

§ 2º Parte del embalse que puede aprovecharse para el aumento de las aguas «utiles».

Por las consideraciones expuestas resulta, prácticamente, aprovechable cierta parte, por lo menos, del embalse efectuado para evitar las crecientes, al objeto de aumentar los volúmenes de estiaje. Supóngase, por ejemplo, que en el lago Nahuel-Huapí se haya efectuado un embalse de 2.m 50: hasta que dure el período de las grandes lluvias se deberá procurar que el lago se conserve tan bajo que los 2.m 50 queden siempre libres y disponibles. Pero, cuando haya pasado tal período, ó él esté por terminar, no habrá inconveniente en hacer aumentar el nivel del lago de un metro por ejemplo, dejando siempre 1.50 mts. de embalse disponible, para los casos imprevistos. Análo–

gamente, hasta que dure el período seguro de sequía, se podrá mantener, sin peligro, el lago, lo más alto posible; pero, cuando ya principie la época de las lluvias, no habrá inconveniente en descargarlo, pues se tiene la seguridad que las aguas no faltarán más.

Nuestra experiencia, adquirida en estudios semejantes sobre los lagos de Italia, nos permite asegurar que, poseyendo continuadas efemérides limnimétricas de los lagos, por una serie de años, no es difícil establecer un reglamento para el gobierno del embalse, que permita satisfacer, sin peligros, las dos exigencias, siempre, por supuesto, entre ciertos límites.

De lo expuesto, se deduce que una obra de embalse, construida principalmente al objeto de disminuir las crecientes, no puede ser utilizada completamente para aumentar los caudales de estiaje; por cuanto la prudencia exige que también al fin de los períodos lluviosos se deje siempre vacía y disponible una parte del embalse mismo, para hacer frente á los casos extraordinarios; parte que quedaría necesariamente inoficiosa en los años en que no se verificasen esos casos extraordinarios. Esta parte de reserva puede ser más ó menos grande según la índole especial de cada sistema «lacual» y de su clima; índole que se concreta y revela en la escala de las variaciones del nivel del lago. Careciendo de estos datos, podemos, provisoriamente, considerar que esta parte sea de 1,50 metros, sobre los 2.50 del embalse creado; lo que equivale á suponer que, al fin de cada estación lluviosa y en años ordinarios, el lago, en lugar de encontrarse á su máximo nivel, se encuentra más bajo de 1,50 metros; es decir, que solo se podrá contar sobre la altura de un metro, para aumentar los caudales del río en el siguiente período de bajantes.

§ 3º Aumento que puede conseguirse en las aguas «utiles» ó de bajante

Un metro de altura de agua, distribuida sobre toda la superficie de los lagos, que es, como se ha dicho, de 968 kms.², representa un volumen de reserva de 968 millones de metros cúbicos.

Según los datos expuestos en el Cap. V § 3º, existen en

el Río Negro y sus tributarios dos períodos de bajante y dos de creciente en el año, para cada uno de los cuales se podrá aprovechar la reserva indicada. La bajante más acentuada tiene lugar á fines de verano, es decir, de mediados de Enero á mediados de Marzo: suponiendo que en todo este período el río esté en su máximo extiaje, de 400 m^3; el volumen de que podría aumentarse con los depósitos «lacuales», en este período de 60 días, sería de

$$\frac{968.000.000}{60 \times 86400} = 186 \text{ m}^3$$

por segundo; por consiguiente, la máxima bajante del río subiría de 400 á 600 $m.^3$ en cifras redondas.

Si las necesidades del riego exigieran mayor volumen de agua, el remedio sería sencillo: consistiría en aumentar la altura de las obras de embalse de un metro, por ejemplo, y entonces el estiaje del río alcanzaría á 800 $m.^3$ en cifras redondas.

En resumen, con embalses de 3m.50 en el lago Nahuel-Huapí y con alturas correspondientes en los demás, sería posible disminuir las aguas de creciente, ó perjudiciales, del río, en 1600 $m.^3$ por segundo, y duplicar las de bajante ó útiles; lo que es lo mismo que tener «dos ríos mansos en lugar de uno furioso».

CAPÍTULO XXI

DESCRIPCION DE LAS OBRAS DE EMBALSE—PRESUPUESTOS

§ 1º «Incile» del emisario de un lago y su descripción —§ 2º Tipos y disposiciones generales de las obras de embalse —§ 3º Modificaciones á efectuarse según la altura de los embalses—§ 4º Proyecto y presupuesto del embalse del lago Nahuel-Huapí — § 5º Presupuesto de embalses para todos los lagos

---

§ 1º «Incile» del emisario de un lago y su descripción

Todos los lagos del Limay, sin excepción alguna, están circundados, por todas partes, de terrenos elevados ó serra-

nías, con excepción del lado Este, donde se abre, en cada uno, variablemente, una quebrada más ó menos ancha y profunda, en medio de la cual pasa el río que desagua el lago. Si, en el punto donde el río se separa del lago, se construyese un perfil, pasando en el mismo medio del cauce del río, en una cierta longitud aguas abajo, y él se continuara, aguas arriba, hasta encontrar las profundidades del lago; dicho perfil resultaría formado de dos líneas inclinadas en sentido contrario, una hacia el río que se forma, y, la otra, hacia el lago que se extingue. Estas líneas concurren en un punto intermedio, que es el más elevado, y que puede considerarse como el punto de separación entre el lago y el río. Este punto es el que se llama «Arranque *(Incile)* del Emisario», y, en general, resulta en un piso duro y consistente, pues, si no fuera así, la velocidad del agua lo habría excavado hasta encontrarlo en esas condiciones.

§ 2º Tipo y disposición general de las obras de embalse

Es en este lugar, ó en sus inmediaciones, que se debe colocar el dique de embalse, ó regulador del lago; el cual, en sus órganos principales, consiste: en una obra transversal, que cierra la quebrada ó valle donde corre el río, hasta la altura conveniente, y, en un edificio con compuertas, incorporado á la misma obra; de modo que el agua no puede salir del lago sino por entre las aberturas de ese edificio y en la cantidad que se quiera.

La forma á darse á la obra depende, principalmente, de la altura del agua. Cuando ésta es inferior á cuatro metros, es conveniente usar la forma conocida con el nombre de diques Poirée; de los cuales, modificados según las circunstancias, existen numerosísimos ejemplares, construidos en los últimos 20 ó 30 años en Francia, Bélgica, Alemania y en la América del Norte, para la regularización de los ríos navegables. Consisten estos diques, en una serie de caballetes verticales, de hierro, dispuestos á distancia de 1.00 á 1.50 metros en el mismo sentido de la corriente y á una altura de 30 á 50 centímetros mayor que el nivel máximo fijado á las aguas del río. Sobre ellos, corre un puentecito móvil llamado «de maniobras», desde el cual se *abre* ó *cierra* el dique, para produ-

cir el embalse ó desenvase del cauce superior del río; lo que se efectúa por medio de una serie de agujas de madera, de sección cuadrada, de 6 á 12 centímetros, según su altura, dispuestas en pié, un poco oblícuamente con respecto al curso de las aguas, que se apoyan, en su parte inferior, en un resalto de la platea y, en la superior, en la arista del puentecito indicado. Estas agujas, se sacan ó se ponen á voluntad, siempre desde el puentecito. Los caballetes, provistos de pernos en suparte inferior, pueden rebatirse sobre la platea haciéndolos rodar en sentido transversal al curso del agua. Cuando se espera una creciente, se sacan las agujas, se desarma el puentecito provisorio, se apoyan en el fondo del cauce los caballetes, y el río queda con su cauce absolutamente libre, como si la obra no existiera. Es con tal artificio que se ha podido aumentar considerablemente la altura de agua de los ríos, sin perjuicio de los valles laterales.

Como ya se ha dicho, se propone adoptar este sistema para el embalse de los lagos, por ser muy barato y por ser el único que ha dado buenos resultados en las pruebas de una larga experiencia: solo se propone modificarlo, conservando fijos tanto los caballetes como el puente de maniobras. En los ríos, hay absoluta necesidad de tener móviles estos elementos para dejar el cauce libre; por cuanto sus crecientes, repentinas é impetuosas, llevan árboles y, en los climas frios, hielos flotantes, que producirían un atolladero en todo el largo de la obra, con los desbordes y perjuicios consiguientes. En los lagos, no hay ninguno de estos peligros: las aguas son claras, sin ripio ó arena, sin árboles y sin hielos flotantes y los aumentos de agua son muy lentos (pocos centímetros por día en general y excepcionalmente, 30 ó 40 centímetros); de modo que la movilidad de los caballetes y del puente resultaría una complicación del todo inútil. Por lo tanto, así modificada, la obra se reduce, sencillamente: á una sólida platea en el fondo; á un cierto número de caballetes ó pilares de hierro, madera ó mampostería, puestos en la dirección de la corriente, con el objeto de subdividir el largo de la obra, tanto cuanto sea conveniente; á un puente horizontal que corre y se apoya encima de los caballetes ó pilares, y que, á más de servir para las maniobras, puede usarse también para el tránsito público.

Finalmente, á una serie de agujas ó pilotes de madera, verticales, con frente al lago, asegurados á la platea en su extremo inferior, y al puente, por el otro. Sacando ó poniendo un cierto número de agujas, se puede interceptar completamente la salida del agua, dejarla totalmente libre, ó disminuir su sección, según lo requieran las circunstancias.

§ 3º Modificaciones á efectuarse según las alturas del embalse

La maniobra manual de las agujas, no es posible efectuarla tratándose de alturas de 3.50 á 4.00 metros cuando sino más: para alturas mayores, las agujas resultan demasiado pesadas, siendo indispensable, para manejarlas, el auxilio de aparatos mecánicos.

Más allá de los seis ó siete metros de altura de agua, es ya necesario usar aberturas provistas de compuertas de hierro ó madera, de las formas ordinarias.

En los casos en que no sea necesario, ó no convenga, una regularización completa, efectuada constantemente por la mano del hombre, se puede adoptar una abertura en forma, por ejemplo, de luz de puente, que cierre la sección del emisario, pero sin ninguna compuerta. El agua, obligada á pasar siempre á través de una abertura de sección constante y más bien estrecha, no puede variar en su caudal, como en un emisario á sección libre; por esto, el lago sufrirá oscilaciones de nivel mucho más fuertes y aumentará proporcionalmente su poder moderador.

Se efectuará, de este modo, una regularización menos perfecta que la otra á mano; pero, tiene la gran ventaja de ser automática.

En la práctica, es probable que convenga este último sistema en los lagos secundarios del Limay, principalmente por la economía de personal que él importa.

§ 4º Proyecto y presupuesto para el embalse del lago Nahuel-Huapí

En la Lámina V, se hallará un croquis de una obra de embalse para el Nahuel-Huapí y en la Nota núm. II del

apéndice se dán los cálculos justificativos y las indicaciones de mayor importancia así como un presupuesto sumario de dichas obras.

Se presentan tres tipos distintos:

Proyecto para un embalse de 2.^{m}50 de altura, con 4.00 metros de agua: (*) pilares de mampostería, puente carretero y exclusa para la navegación del lago al río. Costo $ 380.000 m/n.

Proyecto para un embalse de 2^{m}50 de altura, con 4^{m}00 de agua: caballetes de hierro, sin puente carretero y con esclusa. Costo $ 340.000 m/n.

Proyecto para un embalse de 3^{m}50, con 5^{m}00 de agua: con caballetes de hierro, sin puente carretero, costo $ 400.000 m/n.

La escasa diferencia entre estos presupuestos depende de que los gastos generales (instalación, caminos, desvíos de las aguas, defensas y excavaciones), que son comunes á todos los sistemas, absorben por si solos las dos terceras partes del presupuesto total.

Para formular estos presupuestos, se ha tenido en cuenta que la piedra, la arena y la madera, se encuentran en la localidad y que el hierro, el portland, etc., pueden ser conducidos por el ferrocarril hasta la Confluencia y seguir después, por carro, hasta el lago. La mano de obra ha sido apreciada en 1,50 del costo normal.

§ 5° Presupuesto de embalse para todos los lagos

Para formular un cálculo de lo que puede importar el embalse de los demás lagos, suponiendo que en cada uno de ellos se quieran obtener resultados idénticos al del Nahuel-Huapí, es preciso recordar que la altura de embalse debe estar en razón inversa de la relación entre la superficie del lago y la de la cuenca; de modo que, si en el Nahuel-Huapí, donde esta relación es de $^{1}/_{7}$, se fija un embalse de 2.50 metros, en el Aluminé, donde la relación es de $^{1}/_{14}$, él será de 5 metros y, en el Tromen, donde la relación es de $^{1}/_{4}$, él será de 1^{m}44.

(*) Como se verá más detalladamente en la Nota citada, la altura de agua de una obra de embalse debe ser mayor que la del embalse mismo, y esta mayor altura es la necesaria para que pueda pasar, á través de la obra, el volumen máximo de agua que se considera conveniente, cuando el lago se encuentra á su mínimo nivel.

La media general de todos ellos es de 1/8; de modo que habrá una cierta compensación entre las menores y mayores alturas. Recordaremos que, cuando esta altura supera 6 ó 7 metros, conviene sustituir el sistema Poirée por verdaderas compuertas; lo que no importaría grandes aumentos relativos de gasto, por cuanto, como ya lo hemos dicho, son las obras accesorias las que absorben la mayor parte del presupuesto.

También debe tenerse en cuenta que en los demás lagos no habrá, generalmente, necesidad de esclusas ni de defensas, ni de grandes excavaciones para desvíos, pues los ríos que salen de ellos no son navegables y, por la mayor anchura relativa de las salidas, la obra podría construirse más abajo y fuera de la acción del lago. Por otra parte, costarán relativamente más caro los caminos, y serán más elevados los gastos por fletes, campamento, administración, etc; y creemos ponernos en un justo medio, al estimar que las obras costarán, relativamente, un 25 % más que las del Nahuel-Huapí.

La superficie de la cuenca tributaria del Nahuel-Huapí es de 3.500 kms^2 y la de las demás cuencas mencionadas es de 4.465 kms^2, lo que dá la relación de 1: 1.26, que, aumentada en un 25 %, sube á 1.58. De consiguiente, el costo total de las obras de embalse, de todos los lagos que se han considerado en las cuencas del Limay, será:

Para las del primer tipo:	370.000 (1 + 1.58) =	$	954.600
» segundo » :	340.000 (1 + 1.58) =	$	877.200
» tercer » :	400.000 (1 + 1.58) =	$	1.032.000

Se observará que, una vez asegurada la posibilidad de efectuar embalses en los cinco lagos más grandes, ya indicados, poco importaría si alguno de los menores presentara alguna dificultad especial, en razón de su altura, pues ésta puede reducirse, disminuyendo su eficacia, ó suprimirse también la obra misma, sin que esto importe una diferencia sensible en el resultado general.

CAPÍTULO XXII

UTILIZACIÓN DE LA CUENCA DE VIDAL COMO DEPOSITO DE LAS CRECIENTES DEL NEUQUÉN

§ 1º Falta de lagos aprovechables en la cuenca del Neuquén— § 2º Descripción de la cuenca ó laguna de Vidal— § 3º Capacidad de la cuenca y su modo de funcionar — § 4º Eficácia de la cuenca — § 5º Obras á ejecutarse y Presupuestos de las mismas.

---

§ 1º Falta de lagos aprovechables en la cuenca del Neuquén

Según lo dicho en los dos capítulos que anteceden, con solo regularizar los lagos del Limay, convirtiéndolos en depósitos, será posible contener las crecientes de este río á fin de dar tiempo á las del Neuquén, á pasar por la Confluencia. Con esto, ya se habría logrado impedir las grandes inundaciones del valle del Río Negro, las cuales, por cuanto se ha visto, se verifican solo en los casos que las dos crecientes se sobrepongan. Sin embargo, tratándose de un ásunto de suma trascendencia para el porvenir del valle del Río Negro, estudiaremos, en el presente capítulo, si, también en el valle del Neuquén, es posible proyectar obras análogas á las propuestas para el Limay, siempre con el objeto de disminuir las inundaciones.

Del cuadro que figura en el Cap. IV se desprende que la cuenca del Neuquén se encuentra casi desprovista de los depósitos de agua que tanto abundan en la del Limay. Los que hoy se presentan, en su mayor parte, como residuos de grandes lagos anteriores; de modo que sería, quizá, posible reconstruirlos y formar también allí grandes depósitos artificiales. Pero nosotros prescindiremos completamente de ellos, por no tener datos, siquiera aproximados, para estimar la clase de obras que requerirían, y porque, de todos modos, la importancia y costo de las mismas resultarían siempre muy considerables,

§ 2º Descripcion de la cuenca ó laguna de Vidal.

Aunque el Neuquén no tenga lagos, ha sido provisto por la naturaleza de otra forma de cuenca, que puede muy bien prestarse al mismo objeto. Nos referimos á la cuenca de Vidal, que ya se nombró en el Cap. II, § 4º y que se encuentra en la margen izquierda del río, á 30 kms. de distancia de la Confluencia de los ríos Limay y Neuquén. Esta cuenca fué visitada por la Comisión y nivelada la playa que la separa del río, por los métodos ordinarios, recorriéndola en toda su longitud, estimando las distancias al tranco de mula y, las altitudes con observaciones barométricas, simultáneas con otras efectuadas en la estación telegráfica del Limay.

La cuenca es una verdadera depresión por entre la altiplanicie, á la izquierda del río: tiene forma ovoidal, con el diámetro medio aproximado de 18 á 20 kms., encontrándose su fondo á 42 metros debajo del nivel ordinario del río. Se halla circundada, completamente, por barrancas de más de 150 m. de altura, con fuertes declives al Nor-Este y con taludes más suaves al Sud. Es voz corriente en la localidad que una abra ó una serie de abras ponen á la cuenca en comunicación con una gran cañada, que desciende al río Negro en Chichinales. De las investigaciones hechas, resulta falsa esta creencia; pues, recorrido el terreno con un baqueano, residente cerca de la cuenca, y habiendo efectuado la travesía siempre por lo más bajo de la misma, resultó el perfil, que se puede observar en la Lámina VI. De éste resulta que, en la margen Este de la cuenca, se encuentra efectivamente en la barranca una especie de abra, cuyo nivel es solo 12 metros más alto que el río á 20 kms. de distancia: pero, prosiguiendo el camino hacia el Este, el terreno va siempre levantándose hasta alcanzar á 90 m. sobre el río, á 24 kms. de la cuenca. En este punto, empieza el descenso y, á 48 kms. de la cumbre, se cruza el cañadón de Chichinales, á 16 metros debajo, siempre, del nivel del río Neuquén. Este cañadón tiene su origen hacia el Nordeste, é independientemente de la cuenca.

Una playa ó terreno bajo, de tres kilómetros, separa la cuenca de Vidal del cauce del río Neuquén, la que tiene forma de plano inclinado que sube desde la primera hacia el

segundo, con tres metros sobre el nivel ordinario de las aguas.

Superiormente á la abra de la cuenca, salen del río varios zanjones, hondos al principio, que se identifican, á mitad del camino, con la superficie del terreno. Sigue una faja pareja y llana, después de la cual vuelven á formarse tres cañadas que se dirigen á la cuenca, juntandose al llegar á la abra y formando allí un verdadero cauce, de un ancho de 60 á 80 metros, con paredes á pique, de 2.50 á 3.00 metros de altura, cubierto su lecho de cantos rodados.

Cuando el río se levanta como á dos metros sobre su nivel ordinario, empieza á entrar el agua por los zanjones y, apenas supera los tres metros, se desborda por todo el frente y penetra en la cuenca por el gran cauce descripto.

La Comisión visitó la cuenca como tres meses después de la creciente de Diciembre-Enero, encontrando en una zona del fondo de la cuenca, indicios de haber llegado el agua hasta dos metros de altura, aunque en el momento no quedaban ya más que salitrales y pantanos.

§ 3º Capacidad de la cuenca y su modo de funcionar

La superficie de la cuenca es aproximadamente de 250 kilómetros cuadrados en el plano del nivel del río, disminuyendo bajo este plano á causa del espacio ocupado por el conoíde de deyección. Su capacidad es verdaderamente inmensa, pues debe alcanzar á ocho mil millones de metros cúbicos por lo menos; para llenarla, sería necesario una derivación del Neuquén de 3000 metros por segundo, durante 30 días consecutivos. Pero, no es de esta manera que puede valuarse la potencialidad de embalse de esta cuenca; porque, siendo imposible desaguarla de ningún modo, una vez que estuviera lena, cesaría su funcionamiento, trasformándose en un lago de una superficie próximamente igual á la del Nahuel-Huapí. lPara un ejercicio periódico y regular de la misma, se puede contar únicamente con las pérdidas debidas á la evaporación é infiltraciones y, una vez llenada la cuenca, sobre las osci- ļaciones de nivel del mísmo río.

Tratándose de un clima seco, sin lluvias, y con vientos

fuertes y periódicos, creemos que puede estimarse las pérdidas por evaporación en dos metros al año como mínimo.

Mucho más difícil es establecer un valor para las pérdidas por infiltración, las que deberían ser pocas, por tratarse de aguas tranquilas y que dejan sedimentos arcillosos. Pero el hecho observado durante este año, de que en tres meses había desaparecido una altura de 2 metros de agua, demuestra que existe una pérdida por infiltración bastante fuerte, pérdida que, estando llena la cuenca, debería aumentar considerablemente en razón de la presión de 40 metros y del aumento de la superficie, debido al desarrollo de los taludes. Estimando estas pérdidas en cinco metros por año, es decir, en menos de un milímetro y medio por día, nos colocaremos entre límites de seguridad absoluta, que, con toda probabilidad, serán superados en la realidad. (*)

Si, contra toda previsión, la cuenca llegara á llenarse, entonces entraría también á funcionar como depósito el alto de las crecientes, que podemos estimar en dos metros á lo menos.

Serían, en todo, nueve metros de alto que, en el peor de los casos, quedarían disponibles en cada año; lo que daría un volumen de embalse de 2.200 millones de metros cúbicos, capacidad suficiente para derivar del Neuquén unos 1400 metros cúbicos por segundo durante veinte días. Pero, como es sabido, no todos los años se producen crecientes; por el contrario, pasarán varios años seguidos sin avenidas apreciables. Las ordinarias tienen lugar cada cinco ó seis años, las extraordinarias cada quince ó veinte y las excepcionales, como las de este año, son seculares.

Serían suficientes dos años sin crecientes, para que las aguas de esta cuenca bajaran por evaporación ó infiltración, catorce metros más, dejando, al tercer año, una capacidad de embalse dos y medio veces mayor que la considerada. Después de períodos de cuatro ó cinco años de sequía, muy frecuentes,

(*) Apenas se hicieron practicables los caminos, después de la inundación de Julio, se encargó á una persona de Roca para que visitara de nuevo la cuenca.

Según las relaciones recibidas, entró en ella agua del Neuquén en proporciones mucho mayores que en la creciente anterior; por cuanto después de dos meses y medio, había todavía en el fondo de la misma un depósito de agua, como de dos leguas de ancho, cuyas orillas, desde larga distancia, no eran accesibles á caballo por lo pantanoso del terreno. Existían señales evidentes que en este período el nivel había bajado de 2.50 metros.

Este particular indicaría una fuerza de absorción, en su fondo, muy superior á la calculada,

la cuenca se encontraría vacía y pronta para hacer frente á un año de lluvias excepcionales como el actual, con toda su enorme capacidad de ocho mil millones de metros cúbicos.

§ 4º EFICACIA DE LA CUENCA

De lo expuesto puede deducirse que, manejando con tino é inteligencia los elementos que la naturaleza ha puesto á nuestra disposición, es decir, limitándose, en los años ordinarios, á la acción moderadora de los lagos del Limay, y reservando la cuenca de Vidal únicamente para los casos absolutamente extraordinarios, es posible contar sobre una derivación del Neuquén de unos 1500 á 2000 metros cúbicos por segundo. durante un período de treinta ó cuarenta días; y que, combinando la acción de la cuenca con la regularización de los lagos del Limay, es posible disminuir los caudales del Río Negro de 3000 m³ por segundo, durante un período de 20 ó 30 días; lo que será suficiente para hacer, por lo menos, inocua también una creciente absolutamente extraordinaria. que alcanzase un volumen de 6000 á 7000 m³ por segundo.

§ 5º OBRAS Á EJECUTARSE, Y PRESUPUESTOS DE LAS MISMAS

Las obras necesarias para que la cuenca de Vidal funcione como depósito de las crecientes del Neuquén, son muy sencillas, pues se trata solamente de mejorar las condiciones actuales que presenta la misma naturaleza (Véase lámina VI).

Después de haberse determinado bien la altura de las aguas del Neuquén en esa localidad, cuando ellas empiecen á ser perjudiciales, debe construirse, en la misma margen del río. un vertedor ó «ladrón», del ancho suficiente para dar salida á las aguas que quieran recogerse en la cuenca, en relación á la altura de las crecientes. No tenemos, por el momento, datos seguros al respecto, los que deberán recogerse en la misma localidad en caso de efectuarse la obra y que, por lo demás, no pueden tener influencia sensible en el costo de la misma.

Por ahora, supondremos que el nivel del agua señalado en el plano, (á la cota 300) es el ordinario, y que las crecientes empiezan á $1^{m}.50$ más arriba, y llegan á su máxima altura á los 3,50 metros sobre este último nivel, ó sea, á la cota 305.

Supondremos también que, al canal que sigue al vertedor, se le dé una pendiente suficiente para tener una velocidad de dos metros en su altura máxima.

Tendremos que, á cada metro de ancho del primero, corresponde una salida máxima de agua de $3{,}50 \times 2 = 7$ metros cúbicos por segundo. Si se quiere que, á esta altura, puedan desviarse del río 1500 metros cúbicos por segundo, el ancho total del vertedor será de 214 metros, ancho que aumentaremos á 300 metros en la margen del río, reduciéndolo después á 200 metros.

Con esto, las obras á construirse serán:

Un vertedor en a márgen del río, fijado al plano de $1^m.50$ sobre el nivel observado, del ancho de 300 metros, convenientemente defendido en sus extremidades;

Un canal abierto aguas abajo del vertedor, cuyo ancho normal puede reducirse á 200 metros, y sigue al través de la playa que separa el cauce del río de la abra de la cuenca, con la pendiente del uno por mil, hasta alcanzar el plano inclinado que desciende hacia la cuenca;

Un terraplén paralelo á dicho canal, que se une por uno de sus extremos, con el vertedor, y, por el otro, con la barranca que limita el abra, al objeto de que las aguas salidas por el vertedor lleguen en su totalidad á la cuenca, impidiendo que parte de ellas se desparrame por el valle inferior.

Es posible que, en la práctica, convenga construir un terraplén de una cierta altura, por todo el largo del ladrón, para que éste no funcione sino en aguas muy altas, encontrando inmediatamente una ancha sección de descarga con la desaparición de dicho terraplén.

Se proyecta construir el vertedor formando dos tablestacadas, distantes 10 metros, empleándose tablestacas de 6 á 7 metros de largo. Entre las tablestacadas, habrá una platea formada de concreto, revestida con mamposteria de piedra al nivel establecido ($301,^m50$).

El vertedor tendrá una pendiente en el mismo sentido del curso del río, que será determinada por medio de cálculos apropiados.

El canal, como ya se indicó, principia con un ancho de 300 metros, que se reducirá á 200; tendrá la inclinación del 1

por mil, resultando su excavación de unos 1300 m³ por metro lineal.

El terraplén de defensa se proyecta de 4 metros de altura, medida desde el fondo del canal, teniendo un metro de franco sobre el más alto nivel de las aguas; su ancho es de 10 metros en la parte superior, y los taludes son de 5 por 1 hacia el curso de las aguas, y de 1,5 por 1 del lado opuesto; su volumen será, por lo tanto, alrededor de 75 m³ por metro lineal.

Este terraplén deberá ser construido, en su primera parte, con el material proveniente de la excavación del canal, y, el resto, con préstamos.

El presupuesto sumario de las obras es el siguiente:

Tablestacada de pino tea, de 6 á 7 metros de largo: 600 metros lineales á $ 50	$ m/n	30.000 —
Defensas laterales	» »	20.000 —
Platea: 2600 m³ de hormigón á $ 22	» »	57.200 —
» Revestimiento ordinario, de piedra: m² 3000 á $ 6	» »	18.000 —
Excavación del canal, comprendido el transporte de la tierra para la formación del terraplén: m³ 258.000 á $ 0.80	» »	206.400 —
Préstamos para completar el terraplén: m³ 75.000 á $ 0.80	» »	60.000 —
Administración é imprevistos	» »	48.400 —
Total	$ m/n	440.000 —

CAPÍTULO XXIII

CONCLUSIONES

Estimamos de tan alta trascendencia para el porvenir del valle del Río Negro las cuestiones estudiadas en esta parte de la memoria que, aún á riesgo de incurrir en algunas repeticiones, creemos conveniente resumirlas en este capítulo.

Las inundaciones del Río Negro son actualmente benéficas y necesarias al valle, pues, representan la única forma, si bien irregular y aleatoria, en que puede efectuarse su irrigación,

Sin embargo, cuando ellas alcanzan alturas extraordinarias, son causa de muy graves perjuicios á las poblaciones, haciendas y campos, á la navegación y al mismo ferrocarril. Si, con algunas medidas sencillas, es posible garantir la vida de los pobladores y de las haciendas, asegurar sus viviendas y demás edificios agrícolas; ellas serían absolutamente ineficaces para la integridad de las propiedades y la conservación de las vías de comunicación.

Además, aceptado que estas medidas fuesen útiles en el presente estado agrícola pastoril del valle, ellas resultarían seguramente insuficientes en caso que se quisiera librarlo á la colonización. La única mejora efectiva que pudiera actualmente introducirse en pro de la agricultura, consiste en las inundaciones artificiales, por medio de estanques, como se indicó en el Capítulo XIII, § 3º limitadas á los grandes valles de forma cóncava, recorridos por un arroyo natural ó «salado». Por lo que se refiere al cultivo intensivo y á la verdadera colonización, no sería, absolutamente, prudente pensar en ellas sin defender los terrenos con obras costosas ó confinarlos en las zonas más altas del valle, situadas en las faldas de las barrancas.

Por lo tanto, toda medida cuyo fin tienda á la supresión de las grandes inundaciones, se presenta como una condición fundamental para la colonización del valle.

Este problema que, por lo general, no tiene solución práctica es, en nuestro caso, realizable gracias á las circunstancias favorables que ofrece la naturaleza en los lagos del Limay y en la cuenca de Vidal, sobre el Neuquén.

Regularizando la salida del agua en esos lagos con obras de limitada importancia, y cuyo costo total alcanza apenas á un millón de pesos, se puede conservar en ellos, aproximadamente, $^2/_3$ partes de las crecientes del Limay, es decir, unos 1600 m^3 de agua por segundo durante el espacio de 20 días, lo que representa un período más que suficiente para que las crecientes de éste entren en el Río Negro después que hayan pasado las del Neuquén.

Si esta providencia no se estimara, ó no resultara suficiente, se puede recurrir á la transformación en depósito de la Cuenca de Vidal, que, convenientemente usada, permitiría desviar del Neuquén, á lo menos otros 1500 m^3 durante

el espacio de 20 ó 30 días; y esto, con un gasto limitado á 440.000 pesos.

Las obras de regularización de los lagos pueden, en parte, ser también utilizadas para aumentar el caudal de las aguas de bajantes del Río Negro; las que, con una altura total de embalse de 3.50 m. pueden duplicarse, próximamente, mejorando la navegación del río, y suministrar de 300 á 400 m^3 de agua disponible, destinada á alimentar dos grandes canales marítimos, dirigidos: uno al puerto de San Blas y el otro al de San Antonio.

Por lo tanto, mediante un gasto total que podrá variar entre un millón y un millón y medio, será posible hacer desaparecer ó hacer innócuas las grandes inundaciones periódicas del Río Negro, transformando este en un enorme canal cuyos gastos probablemente oscilarían entre los extremos de 800 y 3000 m^3 por segundo, consiguiendo las siguientes ventajas:

No será entonces necesario efectuar más obras especiales, y de importancia, en el valle del Río Negro, para poner á salvo de sus inundaciones á las villas, las casas y los ganados;

Se podrá, sin temor, iniciar la colonización en cualquier parte del valle, sin necesidad de construir obras costosas ó terraplenes de defensa;

Aprovechando oportunamente las aguas embalsadas, será posible, además, efectuar todos los años inundaciones artificiales con la altura y en la época que se quiera, con lo que todas las cuencas interiores de los valles parciales podrán ser transformadas, sin más gastos, en espléndidos potreros naturales, hasta que alguna vez puedan ser aplicadas á la colonización;

Las aguas subterráneas del valle, en comunicación directa con el río, conservarán durante el año un nivel mucho más constante, lo que permitirá el cultivo de grandes zonas que aprovecharán de esa humedad;

Todas las obras que deberán construirse para la irrigación con canales, podrán hacerse menos altas y menos fuertes y, de consiguiente, menos costosas;

El cauce del rio quedará más fijo, y con esto desaparecerán ó disminuirán los perjuicios que sufren actualmente las propiedades á causa de las erosiones producidas por la violencia de las aguas;

La navegabilidad del río será considerablemente mejorada, por cuanto su nivel resultará más constante y más alto que actualmente en las épocas de bajantes; y una vez cesen los desmoronamientos de las barrancas, se evitará también la formación de nuevos bancos, la obstrucción de los canales y la formación de atolladeros causados por la caida de los grandes sauces;

Igualmente, cualquier obra que se quisiera efectuar, con el tiempo, para mejorar la navegación, resultaría mucho menos costosa y menos expuesta;

Quedará perfectamente asegurada la estabilidad y continuidad del servicio del ferrocarril entre el Limay y Choele-Choel;

Se ganarán de 300 á 400 m³ de agua por segundo, con los que podrán regarse y poblar próximamente 300.000 hectáreas de costas marítimas, y habilitar, en oportunidad, dos grandes puertos naturales.

A estas ventajas materiales, debe agregarse otra de orden moral no menos importante. La última inundación extraordinaria ha tenido una repercusión grande aquí y fuera de la República, y ha desmoralizado profundamente á todos los que se interesaban por esas regiones. Puede ser que con el tiempo, este pánico ó preocupación cese, sin embargo, quedará siempre el perjuicio de haberse atrasado algunos años el progreso de estas regiones. Es seguro que volverá completamente la confianza, si el público se convence de que existe un medio cierto para conjurar la repetición de tales catástrofes, y que se van á efectuar las obras correspondientes.

Antes de terminar este capítulo, creemos conveniente anticiparnos á contestar una objeción que, con alguna razón, podría ser presentada en contra de la segura eficacia de este proyecto de regularización.

La eficacia de las obras proyectadas está basada sobre una larga serie de datos numéricos, de los cuales unos son bastante atendibles, como, por ejemplo, la superficie de los lagos y de sus cuencas, mientras que otros no son sino cifras aproximadas, y que la Comisión misma confiesa que merecen ser confirmadas con datos experimentales más precisos. En esta condición se encuentra el aforo del caudal máximo del Río Limay, á la salida del lago, y que ha servido de base para la determinación de los caudales de los demás lagos, y de la

altura de embalse á crearse para conservar en ellos los volúmenes de creciente por un período de 20 días. Es evidente que si esta cifra fundamental hubiera resultado muy equivocada, derrumbaría todo el edificio levantado sobre ella.

Á esta observación, que, como se decía, tiene sus fundadas razones, contestamos:

1° Que, es indudable que si no hubieran otras razones para acelerar la ejecución de esta obra, sería más prudente esperar unos dos ó tres años, á lo menos, para recoger datos más precisos sobre las oscilaciones del nivel de los lagos y los caudales llevados por los ríos en sus distintos estados;

2° Que, con uno ó dos aforos del lago á más alto nivel que el observado, y usando mayores precauciones, podrán ya obtenerse datos mucho más ciertos; lo que puede conseguirse con facilidad y en poco tiempo;

3° Que, aun en el caso de que resultara equivocado el aforo indicado, este error podría influir sobre la eficacia relativa y no sobre la absoluta del embalse creado. Será siempre exacto que se puede embalsar en los lagos un volumen de 1.600 m^3 por segundo y disminuir en otro tanto las crecientes del Río Limay y del Río Negro. Solo se debería acortar el período de los 20 días, ó dejar pasar la fracción de agua excedente de los 1.600 m^3;

4° Que, teniendo en cuenta la circunstancia, ya señalada, de que por muchos años no habrá ninguna necesidad de aumentar los caudales de bajantes en provecho del riego, se podrá, en todo este largo período, usar la altura total de embalse de 3.50 m., en beneficio exclusivo de la regularización de las crecientes, poniéndose de este modo á cubierto de cualquier error. Las observaciones que se hagan durante este período de años esclarecerán completamente la cuestión, pudiéndose fijar despues, con toda seguridad, los límites de embalse á usarse para los dos fines;

5° Finalmente, observaremos que, en estas cuestiones, una deficiencia de un 10 ó 15 %, no puede considerarse como un error; como, también, que las palabras *máximo* y *mínimo* tienen siempre un valor relativo á un cierto período de años, pues, nadie sabe, y nunca se sabrá, cuales son las crecientes máximas ó las bajantes mínimas absolutas de un río.

QUINTA PARTE

Programa

Cap. XXIV - Estudios á efectuarse y obras que pueden iniciarse. — Cap. XXV - Iniciativa ó intervención del Estado.

CAPÍTULO XXIV

ESTUDIOS Á EFECTUARSE Y OBRAS QUE PUEDEN INICIARSE

§ 1° Conclusiones generales. — § 2° Programa para un primer período de dos años. — § 3° Presupuestos.

§ 1° Conclusiones generales

División de la región en cuatro partes: Cordillera, Valles, Altiplanicie Patagónica, Costas marítimas. — Aguas disponibles y superficies regables. — Distintos sistemas de riego. — Regularización del régimen de los ríos.

La región estudiada es la que corresponde á la gran zona comprendida entre el curso del Río Colorado y el del Río Negro, desde sus orígenes en la Cordillera, hasta el Océano Atlántico, y, además, á las costas marítimas que se extienden tanto al Norte del Colorado como al Sud del Río Negro, cubriendo en su totalidad una superficie de más de 200 mil kilómetros cuadrados.

Bajo el punto de vista agrícola puede entenderse dividida en cuatro partes, que son:

a) La Alta Cordillera y sus contrafuertes hasta el curso de los ríos Alto Neuquén, Agrio, Aluminé y Collón-Curá, que reciben sus desagües en dirección Norte-Sud.

b) Los valles de los grandes ríos que circundan y cruzan la región, entre los cuales priman los del Río Negro y Colorado, siguiendo después los del Neuquén, Limay y Collón-Curá, mucho menos importantes.

c) Toda la parte restante constituida, casi en su totalidad, por la vasta Altiplanicie Patagónica, que desciende en falda suave desde los piés de la Cordillera hasta el Océano.

d) La última parte de esta falda, que comprende las costas marítimas, desde más al Norte del Colorado hasta el puerto de San Antonio en el golfo de San Matías.

Cordillera.—Esta parte puede subdividirse en dos zonas, la lluviosa y la semi-lluviosa: la primera ocupa la región más alta y se extiende desde los orígenes del Neuquén hasta los del Limay, caracterizada por su lujuriante vegetación de bosques, cañaverales, alfombras de pastos tiernos y frutillares; la segunda, ocupa la región elevada del Colorado y los contrafuertes de la Cordillera, por todo el frente, y se distingue de la anterior, por cuanto la vegetación propia de ésta se concentra en el fondo de los valles y de las cañadas, mientras que los terrenos elevados y abiertos se encuentran cubiertos de pasto duro (coirón) y de los arbustos propios de los climas áridos.

En la zona lluviosa es posible el cultivo sin necesidad de riego, como también lo es en algunos valles y cañadas de la semi-lluviosa, gracias á la humedad natural del suelo. En las partes más altas de esta última zona es ya imposible prescindir de la irrigación; la que, por otra parte, podrá efectuarse con relativa facilidad, utilizando las muchas vertientes que hay en ella, ó sacando el agua de los muy numerosos arroyos que descienden de la Cordillera.

En ambas zonas, el clima es bastante rígido, produciéndose fuertes heladas también en el verano; lo que, naturalmente, reduce el cultivo útil á ciertos productos más sufridos para el frío, como las papas, el centeno, la cebada y legumbres. Esta circunstancia, unida á la gran distancia de los centros de consumo, no permitirá allí desarrollo agrícola importante alguno, y será mucho si puede obtenerse lo suficiente para el consumo local.

Estos terrenos se hallan destinados, por la naturaleza, á

la ganadería; la que, por las favorables condiciones del clima, podrá desarrollarse allí en gran escala, consiguiéndose excelentes productos.

Pero sería preciso darle una base más segura de la que hoy tiene, creando prados artificiales, sea de alfalfa, sea de otras plantas forrajeras. Estos permitirían precaverse contra los años de sequía, que actualmente son tan calamitosos, y aprovechar mejor los abundantes pastos de verano de las regiones altas. Actualmente, sería quizá prematura cualquier iniciativa en este sentido, pero, mejorándose las vías de comunicación, es posible que pronto llegue tambien allí el momento oportuno de excitar el movimiento agrícola en la dirección señalada.

Valles. — Son éstas, sin duda alguna, las regiones destinadas á la agricultura intensiva y á una densa colonización.

Favorecidos por un clima espléndido, aptos para todos los productos de los climas templados, la viña y el olivo inclusive, con agua excelente y abundante, con terrenos sumamente feraces, parejos y á poca altura sobre el nivel de los ríos, con vías fáciles de comunicación; nada absolutamente les falta para ser de las primeras entre las regiones más prósperas de la República, con solo asegurarlas contra los desastres de las grandes inundaciones periódicas.

Entre dichas regiones prima el valle del Río Negro, de 527 kms. de largo y con un ancho medio de 11 kms, y una superficie de 550 mil hectáreas, de las cuales 380 mil llanas y en excelentes condiciones de cultivo.

Sigue el valle del Río Colorado, con sus 250 mil hectáreas de terrenos buenos y parejos.

Vienen después los valles del Neuquén con 51.600 hectáreas de terrenos utilizables, el del Limay y Collón-Curá con 31.000.

Altiplanicie Patagónica. — Es ésta, relativamente, la parte más vasta de la región estudiada, por cuanto, en forma de gran falda á suave declive, se extiende desde los piés de la Cordillera hasta el Océano.

Es circundada por todos lados de los más grandes ríos: el Colorado al Norte, el Río Negro y Limay al Sud, el Agrio, el Aluminé y el Collón-Curá al Oeste, y, en su parte superior, es cruzada por el Neuquén.

Los valles de estos ríos, profundamente encajonados bajo el plano general de esa altiplanicie, con desniveles que suben hasta los 300 y 400 mts., la aislan por completo del macizo de la Cordillera.

En toda esta región, las lluvias son escasísimas y muy irregulares, como lo demuestra su misma vegetación, constituida exclusivamente de los arbustos propios de los climas más aridos, y raras matas de pasto duro. Por tal razón, no existen allí ni ríos perennes, ni vertientes de alguna importancia; solo en el fondo de las cañadas de la parte inmediata á la Cordillera se forman vegas de mallín.

Por lo tanto, sin agua propia, aislada de la región lluviosa de la Alta Cordillera, y demasiado elevada sobre el curso de los ríos para que convenga derivar canales, esta región no admite mejoras agrícolas y deberá ser aprovechada como mejor se pueda, por la ganadería, en su forma actual.

De todos modos, siendo estos terrenos muy inferiores á los de los valles, y exigiendo un consumo de agua cuádruple, no convendría pensar en su riego, sino en el caso de tener un sobrante de agua, cosa que no sucede.

Sin embargo, también estas regiones aprovecharán algo del cambio de cultivo que se efectuará en los valles; por cuanto, en los años de sequía, podrán salvarse allí sus rebaños, y, mediante el desarrollo de los canales, tendrán agua dulce á menor distancia.

Un muy notable beneficio sería para esas regiones el solo dotarlas de agua dulce para abrevar las haciendas, pero es esta también una cuestión que presenta sus serias dificultades y merece un estudio especial.

Costas marítimas. — Las condiciones de la Altiplanicie Patagónica, mejoran sensiblemente al acercarse aquella al mar; por cuanto los terrenos son más parejos y más fértiles, el clima benigno y algo lluvioso, sobre todo, por encontrarse á menores alturas sobre los valles, y, en consecuencia, accesibles á un gran canal. Pero las razones más poderosas, que militan en favor del cultivo de esas regiones, son dos grandes conveniencias políticas: la creación de poblaciones costeñas que tengan vida propia, fundada parte en la agricultura, y parte en las industrias marítimas; y la habilitación de los dos importantes puertos naturales de San Blas y San Antonio.

Es posible que el conjunto de tales circunstancias permita la construcción de dos grandes canales: uno al Norte y el otro al Sud del valle del Río Negro, dirigidos á los dos puertos indicados; como también de otros dos colocados en ambas márgenes del Colorado.

Las primeras serán dos obras colosales que podrán prestarse al riego de unas 300.000 hectáreas y hacerse navegables para grandes embarcaciones, poniendo en comunicación directa con el mar al Río Negro, sin más obras accesorias que la construcción de dos esclusas en sus extremos; y sin necesidad de reforzar los taludes en la línea de agua cuando el remolque se haga por sirga, á sangre, y no á vapor.

Los canales marítimos del Colorado serán obra de mucho menor importancia y podrán cultivarse, con ellos, alrededor de 200.000 hectáreas de excelentes terrenos. En conjunto, serían como 500.000 hectáreas que podrían poblarse intensamente á lo largo de las costas, desde más al Norte del Colorado, hasta el puerto de San Antonio, eligiendo los puntos más adecuados.

Agua disponible y extensión regable. — Haciendo caso omiso de su navegabilidad, el Río Colorado tiene actualmente agua suficiente para el riego de 120 á 150 mil hectáreas, sobre una superficie total de valles y campos perfectamente cultivables de 250.000 hectáreas por lo menos. Debiendo elejirse entre éstas las zonas que ofrecen mejores condiciones, puede decirse que ellas son las que forman los campos que caen directamente bajo la acción del ferrocarril al Neuquén, con una área aproximada de 35.000 hectáreas, y luego, las de la región marítima, con una superficie de 200.000 hectáreas. Además del agua actual, se podría proveer otra hasta duplicar el riego, con la transformación en depósito del lago Carrilauquén, lo que sería obra ni muy difícil ni muy costosa relativamente.

El Río Negro posee, en sus mayores bajantes, de mediados de Enero á mediados de Marzo, un volumen de 400 m^3 por segundo, que pueden ser destinados al riego de los 500.000 hectáreas de los valles, con una pérdida efectiva de 125 m^3, lo que no perjudica en modo sensible á su navegabilidad, teniendo en cuenta que esta merma se hará sensible tan solo en su curso inferior, donde la sección del río se ensancha, naturalmente, debido á su menor pendiente. De todos modos, se podrá ini-

ciar el riego de 100 ó 200 mil hectáreas sin preocuparse de este particular.

Con la regularización de los lagos del Limay en depósitos artificiales, al objeto de impedir las grandes inundaciones del Río Negro, se consigue también un aumento de 300 á 400 m^3 por segundo en el caudal de máximas bajantes del mismo río, los cuales podrían ser utilizados para el riego de las costas marítimas, mediante los dos grandes canales arriba indicados.

Resumiendo: con las aguas actuales pueden regarse 500.000 hectáreas en los valles del Río Negro y sus tributarios, y de 120 á 150 mil en el del Colorado. Transformando los lagos en depósitos artificiales, podría duplicarse la superficie regable del último, y agregar á la del Río Negro 300.000 hectáreas de costas marítimas, hasta los puertos de San Blas y San Antonio; de modo que, en total, serían 1.100.000 las hectáreas regadas, distribuidas, aproximadamente, mitad en los valles y mitad en las costas.

Distintos sistemas de riego. — Á más del riego á efectuarse en la forma ordinaria, con agua llevada sobre el terreno por gravitación, y con el auxilio de canales, algunas circunstancias particulares, especialmente al valle del Río Negro, aconsejan aprovechar otros dos sistemas: el riego por inundación, y el por agua levantada mecánicamente.

Cuando pasan dos ó tres años sin que se produzcan inundaciones, la mayor extensión del valle del Río Negro pierde completamente su vegetación; entonces, de la superficie de estas landas desnudas, recorridas y pisoteadas por miles y miles de animales, y azotadas incesantemente por los vientos, se levantan nubes de tierra que, depositándose en otras partes, forman grandes arenales y médanos. Esta llaga amenaza perder enteramente el valle y es necesario detener, por todos los medios posible, su propagación, conservando constantemente revestida de vegetación su superficie, sin esperar los efectos de una lenta colonización.

El valle del Río Negro tiene forma y caracteres muy parecidos al del Nilo, y sobre grandes extensiones de él podrá aplicarse el mismo sistema de riego por inundación que se usa en el último; lo que puede conseguirse muy fácilmente aprovechando del agua almacenada en los lagos, para pro-

ducir cada año una creciente moderada durante el período invernal. Tal sistema podría perfeccionarse, subdividiendo, por medio de terraplenes, el fondo de los valles, en estanques de unas cuantas mil hectáreas de superficie cada uno.

Con uno ú otro de los dos sistemas se puede, inmediatamente, y con muy poco costo, cubrir de espléndidos alfalfares ó potreros naturales, extensiones enormes de terrenos, hoy absolutamente improductivas.

El valle del Río Negro y parte también del Colorado, tienen pendientes propias tan limitadas que no permiten canales de pequeñas dimensiones, porque, con la mayor inclinación que éstos exigen, el agua no alcanzaría nunca, ó lo haría demasiado distante, la superficie del terreno.

Es evidente que, en tales condiciones, las islas, rincones y fajas de valle aisladas, que no tienen superficie y longitud suficiente, para la ejecución de un gran canal, no pueden ser regados sino levantando el agua con máquinas.

Es posible también, que, en otras zonas, aún que no rigurosamente necesario, convenga el levantamiento mecánico, porque. teniendo en cuenta todos los elementos de gastos, resulte más económico que por canales. Finalmente, es posible que convenga iniciar el riego con máquinas elevatorias, también allí donde un canal completamente activo pueda suministrar agua más barata.

Un gran canal tiene siempre un largo período de poca actividad que recarga el ejercicio de los primeros años, con graves pérdidas por intereses, amortización y gastos de administración; este período puede ser abreviado con una instalación mecánica anterior á la construcción del canal, que inicie el movimiento agrícola, y salve los primeros inconvenientes y dificultades, con limitada exposición de capitales. Es claro que, en estas circunstancias, el costo de la instalación mecánica provisoria será compensado por el más corto período inactivo del gran canal.

Según los datos expuestos en el Cap. XIII, § 5°, cada estación agrícola, para el riego de 2000 hectáreas, importará un gasto total de 50.000 m/n con un canon anual, por cada hectárea regada, de 8.50 si el colono contribuyera con una carrada de leña de sauce, por año y por hectárea; canon que

podría reducirse á $ 5.00 si el Gobierno se limitase á cobrar los gastos de administración y personal, sin los intereses y amortización de las sumas invertidas en los establecimientos.

En el capítulo indicado se encuentran expuestas todas las valiosas razones por las cuales es aconsejable iniciar el movimiento agrícola en los valles del Río Negro y Colorado, mediante pequeñas instalaciones de 2000 hectáreas cada una, por ejemplo, distribuidas en varios puntos de dichos valles, aprovechando los terrenos fiscales que aun se encuentran en Roca, Choele-Choel, Conesa, Pringles y Viedma.

Regularización del régimen de los ríos.—El valle del Río Negro, por las razones ya indicadas, sería, sin duda, la zona de mayor porvenir de toda la región estudiada, si fuera posible evitar las grandes inundaciones que periódicamente la azotan.

Si en el estado de cultivo actual de este valle es posible tolerar, en parte, y en parte salvar, los daños y perjuicios de tales inundaciones, éstas serían obsolutamente incompatibles con una agricultura avanzada, y una densa población distribuída sobre toda su superficie. Felizmente, un cúmulo de circunstancias naturales, muy favorables, permiten resolver esta cuestión con medios ciertos, sencillos y económicos.

Convirtiendo los lagos principales del Limay, en depósitos artificiales, y transformando también en depósito la gran depresión natural, conocida con el nombre de Cuenca de Vidal, es posible retardar por 20 días las crecientes del Limay, y substraer por un mes de 1500 á 2000 m^3 por segundo á las del Neuquén.

Mediante un ejercicio racional de estas dos series de obras, será posible disminuir las crecientes de 3000 m^3 por segundo á lo menos, consiguiéndose así que desaparezcan las menores, y se vuelvan innocuas las más extraordinarias.

Para no incurrir en repeticiones inútiles, nos referimos al Cap. XXI para los grandes y numerosos beneficios que se deben esperar de la ejecución de esas obras, cuyo costo podrá variar desde un millón á un millón y medio de pesos.

Es por lo tanto opinión de esta Comisión, que, la ejecución de las mismas, representa la base fundamental de cualquier iniciativa que quiera tomarse en beneficio de esos territorios; porque de tal modo se resolverán inmediatamente,

y de una vez, todas las grandes cuestiones relativas á las inundaciones, irrigación, provisión de agua, seguridad de funcionamiento del Ferrocarril y navegabilidad del río que tan íntimamente se ligan á una fácil, próspera é intensa colonización del valle del Río Negro y de las costas marítimas.

§ 2° Programa para un primer período de dos años.

Descripción de los estudios y obras que podrán efectuarse en los dos primeros años

Estudios hidrométricos - Nivelación de precisión - Estudios definitivos para obras de riego - Estudios sumarios para grandes canales - Obras á ejecutarse.

Si bien los datos recogidos y las impresiones recibidas en los reconocimientos y viajes efectuados por los miembros de esta Comisión son suficientes para prever, con toda seguridad, el gran porvenir que tendrá una extensa parte de las regiones objeto de estos estudios; sin embargo, ellos no son suficientes para formular, en la actualidad, proyectos concretos de gran trascendencia, y lo más prudente será dedicar algún tiempo más á recojer los datos y efectuar los estudios preparatorios que puedan poner á los Poderes Públicos en condiciones de poder trazar después la vía á seguirse, sobre un terreno absolutamente seguro. Opinamos que serán necesarios dos años para obtener este resultado.

Al mismo tiempo, podrían aprovecharse estos dos años, para ejecutar esas obras de menor importancia que vendrían á dar el primer impulso al cultivo de esas regiones y suministrar datos experimentales preciosos en relación á las condiciones económicas de las mismas; y esto sin peligro de comprometer el porvenir.

Por lo tanto, son tres las series de estudios distintos, y una la de obras, que podrían utilmente efectuarse en estos dos años preparatorios; es decir:

a) Observaciones y experimentos para determinar los caudales de agua disponibles en los ríos que atraviesan esas regiones, y de las modificaciones que podrían efectuarse en el régimen de los mismos, mediante la regularización y transformación en depósitos de los grandes lagos que se encuentran largamente diseminados en ellos.

b) Determinación altimétrica de todo el valle del Río Negro, mediante una nivelación de precisión.

c) Estudio preliminar de los canales principales ú otras obras destinadas al riego de grandes zonas, con el objeto de fijar la importancia de las obras á ejecutarse, el monto de su costo y los beneficios consiguientes, con una aproximación suficiente para determinar si conviene ó no el estudio y proyecto definitivo de las mismas.

d) Ejecución de aquellas obras de menor cuantía, de las cuales se tienen ya los datos suficientes para determinar el costo y la importancia de los beneficios, sin que puedan perjudicar en algo las determinaciones futuras.

Estudios hidrométricos —Como ya se dijo anteriormente, la base de cualquier estudio importante, que quiera hacerse para el riego de una región entera, es el conocimiento de las cantidades de agua de que se puede disponer en las distintas estaciones del año. Tratándose de ríos de caudal variable de un año para otro, en relación á las vicisitudes meteóricas, tal cómputo no puede hacerse sinó sobre el año medio; siendo bien entendido que también las cifras resultantes de éste deben ser usadas con la prudencia y discreción necesarias, teniendo en cuenta el número y el valor de las diferencias que pueden encontrarse entre ellas y las de los años parciales.

Para conseguir el gasto del año medio, es necesario poseer los de un cierto número de años, tomando el promedio de los valores de los días correspondientes de cada uno. Cuantos más son los años parciales que sirven á la determinación del año medio, tanto más exacto será este último. Con tres ó cuatro años de observaciones se puede ya tener datos suficientes para las necesidades más apremiantes y para evitar los errores más groseros; el promedio de diez años basta para tener una idea bastante completa de las cosas; y uno de quince á veinte años es el máximo que prácticamente puede considerarse necesario; por cuanto, por lo general, no conviene tener en cuenta eventualidades que pueden verificarse en períodos más largos.

Para obtener la escala de los caudales diarios de un río, se requiere una serie de observaciones de las distintas alturas que tiene el río cada día, en un punto determinado; ó,

en otras palabras «las efemérides limnimétricas» y un cierto número de determinaciones del caudal de agua que lleva el río á distintas alturas, con las cuales se pueden interpolar, después, gráficamente ó por el cálculo, los caudales correspondientes á las demás alturas comprendidas entre las conocidas, y completar, de tal modo, la escala. También en este caso, cuanto mayor es el número de las observaciones directas más exacta sale la curva de gastos. Cada río tiene una curva particular, pero todas son parabólicas, y pueden ser representadas por una de las dos siguientes ecuaciones.

$$Q = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \ldots\ldots \quad (1)$$

$$Q = A(x + B)^{3/2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

en las cuales, Q representa el gasto en m³ por 1"; x la altura del agua en el río; y A, B, C..... constantes numéricas distintas para cada río, y para cuya determinación son necesarias tantas observaciones cuanto es el número de dichas constantes. Para la segunda fórmula serían entonces necesarias dos observaciones; pero no es prudente confiarse en tan limitado número, por cuanto es posible que la curva de los gastos no resulte continua, y entonces habría que determinar tantas ecuaciones cuantos sean los trozos ó ramales en que se puede dividir la curva entera. Por lo general, cuatro observaciones, efectuadas en alturas bien escalonadas, son suficientes, y entonces, sustituyendo á las letras A, B, C..... sus valores numéricos, se obtiene lo que en hidráulica se llama «la ecuación particular del río» cuyo conocimiento, como se dijo anteriormente, es la base fundamental de todo estudio serio.

Se entiende que, en épocas de crecientes, cuando el río sale de madre é inunda los valles formando corrientes laterales, la ecuación indicada no es más aplicable, por cuanto se produce una solución de continuidad en el fenómeno. En este caso, es preciso usar diferentes procedimientos que raramente podrán suministrar valores bastante aproximados, por cuyo motivo resulta, por lo general, muy difícil la determinación de los caudales que llevan los ríos en estas circunstancias. Por lo demás, si esta determinación puede interesar otras cuestiones, es absolutamente indiferente para el riego, el cual no puede aprovecharse de esas aguas.

Por lo visto, para dar una solución práctica á esa cuestión, de primera importancia, es preciso colocar tantas escalas hidrométricas cuantos son los cursos de agua ó parte de ellos de los cuales se desea conocer la curva de los gastos; poner en cada uno de estos puntos una persona encargada de tomar y registrar las alturas diarias; y designar un ingeniero, convenientemente auxiliado, para que en cada uno de estos puntos haga una serie de determinaciones de los caudales efectivos, no inferiores á cuatro, y por alturas del río convenientemente elegidas; es decir, una en aguas muy bajas, otra en aguas muy altas y dos intermedias. Sería salir de los límites de este escrito, entrar en los detalles de cada una de estas operaciones que, por lo restante, son bien conocidas, y que cualquier ingeniero debe saber efectuar. Será suficiente indicar que tratándose de una cuestión importante, y de datos en que deben fundarse estudios y proyectos de obras para un largo porvenir, nada se debe hacer de provisorio y aproximativo. Elejido el lugar donde deben efectuarse las observaciones, y que debe reunir las circunstancias de encontrarse en un tronco único, rectilíneo, regular y á orillas firmes del río; el hidrómetro deberá ser construido preferiblemente de mármol blanco, con las divisiones en plomo, y colocado sobre una viga de quebracho sólidamente fijada en el terreno, ó sobre un pilar de mampostería. Si fuera necesario, la escala hidrométrica deberá ser dividida en trozos, para que pueda ser observada con facilidad en las varias alturas del agua. Los lugares más aparentes son aquellos donde el río corre al pié de altas barrancas, es decir, en las angosturas.

Si el objeto del estudio se limitara al riego, serían suficientes dos escalas hidrométricas, una á la mitad del valle del Río Negro, y otra en el Colorado; pero, como es sumamente importante resolver también las otras cuestiones referentes á las inundaciones, á la regularización de los lagos y al servicio de avisos telegráficos, que sería muy útil organizar bien á lo largo de los valles, se estima muy conveniente colocar las escalas hidrométricas en los siguientes puntos:

Una á la salida del Limay del lago Nahuel-Huapí; otras dos, una en el Collón-Curá antes de la confluencia del Limay, la otra en el Neuquén antes de la confluencia con el mismo

río; tres en el Río Negro, una después de la confluencia del Limay y Neuquén, una á la mitad del valle, en la angostura de Negro Muerto, y la otra antes de San Javier en un punto no influenciado por las mareas; finalmente, una en el Río Colorado en el puente del ferrocarril.

Para concluir de una vez con estos detalles, diremos que sería muy oportuno colocar una escala hidrométrica en la desembocadura de cada uno de los demás lagos principales, es decir, Traful, Lolog, Quillén y Aluminé en el Limay, y el Carri-Lauquén en el Colorado. Pero las grandes distancias á recorrerse y la falta de buenas comunicaciones y de población harían tal vez demasiado costosas tales observaciones, en la forma indicada: convendrá entonces limitarse á colocar, en dichos lugares, escalas hidrométricas de madera, que podrían ser observadas tan solo una vez por semana.

La otra cuestión, por aclarar cuanto antes, y con datos más seguros, es la regularización de los lagos del Limay y Colorado, con el doble objeto de disminuir las crecientes de esos ríos y de aumentar el volumen de las aguas disponibles para el riego.

La colocación de las escalas hidrométricas y las medidas de los caudales de agua, de que recién se trató, suministrarán los datos hidrológicos más importantes; pero, para completarlos, se precisa conocer la superficie del espejo de agua de cada lago, la de su cuenca imbrífera, así como un plano acotado de sus desagües para valuar la importancia de las obras á construirse en cada uno.

Para los dos primeros puntos, se podrán utilizar los planos levantados por la benemérita Comisión de Límites, mientras que, para el tercero, será necesario efectuar el levantamiento sobre el terreno.

Según se ha indicado ya, tales lagos son catorce, entre el Limay y el Colorado, á los cuales debe agregarse la cuenca de Vidal, cerca de la Confluencia del Neuquén y Limay.

Nivelación de precisión.—Tratándose de una extensa región con pendientes limitadas, es de capital importancia estar bien seguros de la altimetría relativa de cada punto. Sería muy útil tener, también, una planimetría exacta de todo el valle del Río Negro, y parte de los del Neuquén y Colorado;

en cuanto las que se poseen presentan muchas deficiencias y hasta errores sensibles, como se ha podido comprobar de visu.

Sin embargo, la formación de este plano importaría al presente una pérdida de tiempo y una erogación bastante considerable sin que haya una verdadera y apremiante necesidad en poseerlo; por consiguiente, se puede dejar esta parte para un próximo porvenir, y limitarse por el momento á la determinación de la altimetría del valle con toda la exactitud necesaria. Para eso, será indispensable trazar, á lo largo del mismo, una poligonal á grandes rectilíneos, desde el mar hasta la Confluencia del Neuquén, girando después á la izquierda de este río hasta el Paso de los Indios. En las partes del valle donde existen grandes extensiones de terreno de uno y otro lado del río, será necesario bifurcar dicha poligonal haciendo pasar un ramal por cada lado del valle. En todos los vértices de esta poligonal y á cada cinco kilómetros de los trozos rectilíneos deberá colocarse un *punto fijo* bien estable, que determine la acumulada correspondiente y su altimetría. Tales *puntos fijos* podrán ser de dos clases: los que correspondan á los vértices de las poligonales, más grandes, en forma de pilar de mampostería de un metro de lado, y con una piedra que los cubra, de un espesor de $0,^{m}25$; y los intermedios, formados de un pilarcito de piedra, de $0,^{m}35$ de lado y $1,^{m}50$ de alto; de los cuales $0,^{m}70$ afuera y $0,^{m}80$ enterrados, con cimientos de concreto. Ambos deberán tener grabados los números que representan la acumulada del lugar y su altimetría.

Para la medida del largo de la poligonal, podrá ser suficiente una aproximación de $0,^{m}40$ por kilómetro, y para la altimetría, tres milímetros por la misma unidad. Si bien es posible alcanzar mayores aproximaciones de las señaladas, se piensa que los mayores gastos no serían compensados por la utilidad práctica de una mayor precisión, por cuanto ningún perjuicio puede resultar si, por ejemplo, Roca se encuentra doscientos ó trescientos metros más ó menos distante del mar, ó si hay una diferencia, en su altura, en más ó en menos, de 1,50 ó 2,00 metros sobre el nivel del mismo.

Lo indispensable es, que tal operación se haga de una

vez y para siempre, de modo que todos los estudios parciales que se hagan después queden ligados planimétrica y altimétricamente á esta base y resulten comparables entre sí. Con esto, en pocos años se tendrá, sin mayores gastos, un plano acotado general del valle y sus dependencias; sin él no se hará sino amontonar una cantidad de papeles inútiles, que obligarán muy frecuentemente á repetir estudios ya efectuados.

Otra ventaja importante se obtendrá de esta poligonal, en los estudios de máxima para el riego de las faldas y últimas zonas de la altiplanicie. Trazando secciones trasversales á cinco ó diez kilómetros de distancia, que saliendo de dicha poligonal suban á las altiplanicies internándose en ellas de una á tres leguas, según los casos, se tendrían, sin mayores estudios, los datos suficientes para bosquejar un proyecto de máxima para la irrigación de esas zonas, el que contendría los factores más importantes, es decir, desarrollo, movimientos de tierra y zona de influencia.

El desarrollo de esta poligonal, desde la costa hasta el Paso de los Indios, en el Neuquén, comprendidas las partes que deberán ser duplicadas, sube, aproximadamente, á mil kilómetros, con cuarenta *puntos fijos* de gran dimensión y doscientos de los menores.

Sería muy útil levantar otra igual en el Colorado, en una extensión de unos trescientos cincuenta kilómetros, pero no es tan urgente, y no habrá perjuicio en dejarlo para el futuro.

Estudios definitivos para obras de riego. — En los capítulos anteriores se expusieron las razones que nos inducían á opinar que, por lo que respecta á la parte llana y de menor pendiente de los valles no conviene, por el momento al menos, construir grandes canales de riego; siendo más prudente, más expeditivo y al mismo tiempo más económico, iniciar el riego en varios puntos, en escala limitada, levantando el agua con máquinas á vapor; y se indicó también la conveniencia de ensayar, en uno ó dos lugares, el sistema de inundación artificial con estanques; que, si diera los resultados previstos, resolvería rápida y económicamente el gran problema de la irrigación de gran parte del valle.

Sin embargo, hay zonas, especialmente en el valle del Co-

lorado, para las cuales es posible y también más conveniente la ejecución de canales de limitada importancia.

Somos de opinión que deberían efectuarse desde ya los estudios definitivos relativos á estas obras.

Además, hay dos grandes problemas por resolver y que pueden considerarse como de los más apremiantes; respecto de los cuales se tienen ya elementos suficientes para juzgar de su entidad, y de la conveniencia de proceder, sin más trámites, á su estudio definitivo.

Ellos consisten:

1) En la habilitación general y definitiva del canal en el Departamento Roca, con toma establecida en el lugar llamado « La Picaza », á 25 kilómetros aguas arriba de la toma actual. Con este canal se regaría parte del valle del Neuquén y el valle del Río Negro, hasta Chichinales, por un largo total de 120 kms., y una superficie de riego aproximada de 70 mil hectáreas. En caso de construirse este grandioso canal, el actual quedaría como ramal del mismo;

2) En la desecación de la laguna de Viedma é irrigación del éjido y terrenos bonificados, según las ideas expuestas en el Capítulo XVI.

Con tales criterios, los estudios definitivos, á efectuarse inmediatamente, para obras de riego son los siguientes:

a) Seis estaciones agrícolas, para 2.000 hectáreas cada una, con máquinas elevatorias, trazado de canales y subdivisión en chacras;

b) Levantamiento de los planos para la inundación artificial de una zona del valle del Río Negro;

c) Estudio de un canal en el Río Colorado, que podría ser el de los campos del Fortín Uno, para el riego de 6.500 hectáreas;

d) Estudio para un gran canal que riegue la parte inferior del Neuquén y todo el valle del Departamento Roca;

e) Estudio para la desecación y riego del territorio de Viedma.

Estudios sumarios para obras de riego. — En el Capítulo XIV se han indicado algunos grandes canales que podrían

derivarse tanto del Río Negro, como del Colorado para el riego de grandes extensiones de terrenos llanos y costas marítimas.

Aunque por el momento no sea, probablemente, el caso de pensar en la ejecución de tan grandiosas obras, sin embargo, sería sumamente útil conocer, con alguna aproximación, la importancia de cada una de ellas, como la superficie y condición de los terrenos sujetos á su acción: esto puede conseguirse, sin un costo excesivo, con algunos estudios sumarios.

Tales canales son:

Cuatro en el Río Colorado, de los cuales tres en la margen Sud, uno frente á la Estación Garay y dos que salen respectivamente de las angosturas frente al Pueblo Nuevo y frente á Corrales; otro en la margen Norte con toma establecida aguas arriba del Paso de Alsina;

Tres en el Río Negro, de los cuales: dos en la margen Sud, con dirección al Puerto de San Antonio, y uno en la margen Norte dirigido hacia el Puerto de San Blas.

Obras á efectuarse. — Por las muchas razones y consideraciones expuestas repetidas veces en el curso de esta memoria, especialmente en el Capítulo XXIII, es opinión de esta Comisión que la obra más importante y útil, es la regularización de los lagos del Limay y de la cuenca de Vidal, para suprimir las grandes inundaciones del Río Negro.

Sin embargo, tan importante cuestión no puede considerarse lo suficientemente ilustrada, para determinar la ejecución de las obras. Faltan aún algunos datos: entre otros, por lo menos una determinación de los aforos de los tres ó cuatro ríos que salen de los lagos principales, en época de aguas altas; un levantamiento de sus emisarios; y un reconocimiento más prolijo de la cuenca de Vidal.

Estos estudios preliminares no exigirán mucho tiempo, y, con toda probabilidad, en seis meses más el Gobierno se hallará en condición de tomar una decisión á tal respecto. Por esto, en el presupuesto de las obras á efectuarse, no figuran los embalses de los lagos.

Otras obras, que se estiman igualmente necesarias y útiles, son las estaciones agrícolas, con levantamiento mecá-

nico del agua; las cuales, no pudiendo presentar dificultad alguna especial, permiten pasar á los estudios definitivos, y á su ejecución, sin más trámites.

Finalmente, vienen las modificaciones al actual canal Roca, para las cuales existe un proyecto que puede considerarse definitivo, y que, en consecuencia, permite su ejecución inmediata, si así se estime conveniente.

§ 3º PRESUPUESTOS PARA ESTUDIOS Y OBRAS PARA UN PRIMER PERÍODO DE DOS AÑOS

Estudios hidrométricos.

Para colocar las escalas hidrométricas y efectuar las mediciones de los caudales de agua, podrán ser suficientes un Ingeniero con dos Ayudantes, por espacio de un año, con una lancha á vapor á su disposición. Las escalas hidrométricas por sí no costarán mucho: 100 ó 150 pesos cuando más; pero mucho costará la colocación de ellas, por cuanto todo, material y artífices, deben ser llevados á las diferentes localidades. Por eso se valúa el costo total de cada uno en $ 1.000 m/n. En cuanto á los sueldos del Ingeniero Jefe de esta Comisión, de dos Ayudantes, de seis peones y el alquiler de una lancha á vapor, se estima su importe mensual en 2200 pesos.

Lo más difícil será hallar á las personas que quieran ocuparse de la tarea, sencilla pero molesta, de las observaciones diarias. Será cuestión de buscar, en cada localidad, la persona á propósito, moralmente segura, y remunerarla convenientemente. Por tal razón, se establece un sueldo de 50 pesos mensuales para el observador de cada escala hidrométrica.

El importe total de tales estudios, para los dos primeros años, será entonces:

Escalas hidrométricas y aforo de los ríos	$ m/n	$ m/n
Por siete escalas hidrométricas, de mármol, comprendida la colocación, á $ 1000 c/u..	7.000.00	
Por seis escalas hidrométricas, de madera, á $ 100 c/u..................................	600.00	
Por honorarios de un Ing. Jefe, dos Ayudantes, alquiler de una lancha á vapor y demás gastos, á $ 2.200 mensuales: por 12 meses	26.400.00	
Por sueldo de siete observadores de las escalas hidrométricas principales, por dos años, á $ 50 mensuales c/u..............	8.400.00	
Para observaciones, á intérvalos, de las escalas hidrométricas secundarias, varios é imprevistos	4.600.00	
	47.000.00	
Embalse de los lagos y cuenca de Vidal		
Para levantamiento topográfico del emisario, en seis lagos principales, y determinación de sus caudales, á $ 1.500 c/u............	9.000.00	
Para levantamiento topográfico de la cuenca de Vidal..................................	4.000.00	
Varios é imprevistos......................	5.000.00	
TOTAL.......		

Nivelación de precisión

Se calcula en $ 250 m/n cada uno, el costo de los *Puntos fijos grandes*, comprendida su colocación; en $ 70 los chicos y en $ 50 por kilómetro el costo de la medición y nivelación de la poligonal, todo gasto comprendido. Tendremos entonces el siguiente presupuesto:

Al frente..		65.000.00

	$ m/n	$ m/n
Del frente..		65.000.00
Establecimiento de cuarenta puntos fijos grandes, á $ 250 c/u.....................	10.000.00	
Id. Doscientos chicos, á $ 70 c/u.....	14.000.00	
Trazado de mil kms. de poligonal, á $ 50 c/u	50.000.00	
Varios é imprevistos........................	6.000.00	
TOTAL.......		80.000.00
Estudios definitivos para obras de riego		
Estudio para la instalación de seis estaciones agrícolas, con maquinaria elevatoria, trazado de canales y subdivisión en chacras, de una superficie de 2000 hectáreas: cada uno á $ 2000	12.000.00	
Levantamiento de un plano acotado del valle del Río Negro, para aplicar la inundación artificial. Se calcula que debe relevarse una zona de 20 mil hectáreas, con puntos á 100 mts. de distancia uno de otro, y con un desarrollo total de 200 kms. de nivelación, que á $ 30 cada kilómetro, importa $ 6000 y agregando otros 4000 $ para estudios de otros detalles y trabajos de oficina, se tendrá un total de.............	10.000.00	
Gran canal para el Neuquén y el Dep. Roca, de 120 kms. de largo, con todos sus detalles y división del territorio en fincas y chacras: se calcula un total de	30.000.00	
A la vuelta...	52.000.00	145.000.00

	$ m/n	$ m/n
De la vuelta..	52.000.00	145.000.00
Desecación de la « Laguna de Viedma », é irrigación de los terrenos bonificados (*)..	20.000.00	
Canal á Fortín Uno, en el Río Colorado, para el riego de 6500 hectáreas................	8.000.00	
Para otros estudios no presupuestados......	8.000.00	
TOTAL.......		88.000.00
Estudios sumarios para grandes canales		
Tres en el Río Colorado, que se valuan cada uno en $ 4.000........................	12.000.00	
Tres en el Río Negro, que por las mayores dimensiones y dificultades se valuan á razón de $ 8.000 c/u.....................	24.000.00	
Para estudios no determinados.............	9.000.00	
TOTAL.......		45.000.00
Importe total de gastos para estudios...		278.000.00
Obras á ejecutarse inmediatamente		
Instalación de seis centros agrícolas de 2 mil hectáreas cada uno, á $ 50.000 (Véase Cap. XIII) son	300.000.00	
Reconstrucción del canal Roca, (Cap. XVI).	300.000.00	
Importe de las obras...		600.000.00
Para gastos de una Oficina Central.......		122.000.00
SUMA TOTAL........		1.000.000.00

(*) En caso de aceptarse las ideas manifestadas por el Sr E. Schieroni (Vease § 2° del Cap. XVI), el gasto de los estudios podrá reducirse á tres ó cuatro mil pesos.

Aplicando estrictamente este programa de experimentos, estudios y obras á efectuarse, cuyo importe total sube á la cantidad de un millón de pesos, dividido en dos ejercicios, no habría parte alguna del complejo programa que no fuera perfectamente ilustrada y aclarada.

Se conocería con exactitud los volúmenes de agua que llevan los tres ríos principales, el Colorado, Neuquén y Limay, en las distintas estaciones, y la influencia de cada uno de los dos últimos sobre el régimen y las crecientes del Río Negro.

Se determinaría experimentalmente el verdadero volumen de agua necesaria al riego, en las distintas zonas, y de la comparación de este dato con los precedentes, resultaría establecida, con toda la exactitud necesaria, la superficie total de terreno que puede regarse según las condiciones actuales de los ríos.

Los estudios sobre los lagos del Limay y la cuenca de Vidal suministrarían los elementos necesarios para establecer con toda seguridad la eficacia de las obras de embalse de los mismos, ya sea para moderar las crecientes del Río Negro, ya sea para aumentar sus caudales de estiaje; es decir, se podría conocer con precisión las condiciones del régimen del río modificado y estimar su nueva potencialidad de riego y de navegación.

Los estudios sumarios para la construcción de los canales principales, indicarían el costo absoluto y relativo de cada uno, fijarían las zonas de terreno que se encuentran bajo la influencia de los mismos, la clase de tierras, sus propietarios; con cuyos datos el Gobierno estaría en posesión de todos los elementos necesarios para juzgar donde conviene que inicie su acción.

El canal que se construirá en Roca en sustitución del actual y, más que todo, las seis estaciones agrícolas diseminadas á lo largo de los valles, podrían, en poco tiempo, suministrar datos preciosísimos sobre el consumo efectivo de agua, las dimensiones y costo de los canales, la calidad de los productos que mejor convengan en cada zona, los gastos de cultivo. la producción que puede obtenerse; en una palabra, todos los elementos necesarios y suficientes para fijar la ecuación de conveniencia para la explotación agrícola de la región.

Si un ensayo, hecho con inundación artificial, diese los resultados que se esperan, estaría resuelto de hecho y de un modo muy sencillo, el problema del cultivo de gran parte del valle, sino para una verdadera colonización, á lo menos para la transformación en espléndidos prados artificiales, de sus landas áridas é improductivas.

Si á estos estudios y experimentos, se agrega un análisis agrícolo de las materias llevadas en solución y suspensión en las aguas del río, en sus distintas estaciones, y de la capa superficial de los terrenos, especialmente de las de las costas marítimas. no se necesitarían ya mayores datos para ilustrar, en todas sus partes, tan compleja é importante cuestión, y para trazar, por un largo período de años, el camino á seguir sin vacilaciones y tropiezos.

Advertencias.—Los presupuestos anteriores, en la parte que se refiere á estudios, están fundados sobre apreciaciones personales sujetas á errores; sin embargo, como estos errores resultarán, parte en más y parte en menos, puede considerarse que el monto total no sufrirá alteraciones de consideración.

Al establecer este programa de estudios y obras, la Comisión se ha inspirado únicamente en la mejor forma de resolver los problemas confiados á su criterio, sin preocuparse, naturalmente, del monto de las erogaciones que sus soluciones exigen. Por lo tanto, él será susceptible de aquellas modificaciones que se juzguen necesarias en relación á los medios que se quieran destinar á este objeto.

CAPÌTULO XXV

INICIATIVA É INTERVENCIÓN DEL ESTADO

Aunque sea de desear que la iniciativa privada se sustituya lo más posible á la acción del Estado, no obstante, habrá siempre cierta categoría de obras públicas en las que será necesaria la intervención, directa ó indirecta, de aquél. Estas obras son las que, aún cuando de alto interés para la colectividad, ó gran parte de ella, no podrían, sin

embargo, ser base de una especulación privada, ó no convendría que lo fuesen. Tales son, por ejemplo, los grandes puertos, la regularización y sistemación de los ríos, las grandes vías de comunicación, etc.; que, sin duda, representan un gran beneficio para todos, pero conviene que el uso de ellas sea gratuito ó poco menos. Claro es que, en tales circunstancias, no hay lugar para la especulación privada, porque ésta no puede contar sino con las rentas directas que perciba en el ejercicio y explotación de la obra, para cubrirse de los intereses y amortización de los capitales anticipados y de los gastos anuales de conservación y administración de la misma. El Estado, por el contrario, puede y debe hacer otra clase de cálculos.

Si las obras á construirse no dán, directamente, renta, ó la dán insuficiente, servirán, sin embargo, para desarrollar la riqueza pública y para aumentar la población; y el Tesoro público, que, bajo forma de distintos impuestos, percibe parte de esta riqueza creada, puede encontrar compensación amplia á las erogaciones ocasionadas por la ejecución de tales obras. Esta es teoría ya aceptada y que no admite discusiones; por consiguiente, la cuestión que tratamos se reduce tan solo á analizar si los canales de riego y, en general, las grandes obras hidráulicas pueden considerarse como pertenecientes á la precedente categoría, esto es, si ellas representan obras de alto interés público, y si deben ó pueden ser libradas á la iniciativa privada

Ociosa sería toda discusión sobre el primer punto y, para convencerse, basta abstraerse un momento é imaginarse el magnífico espectáculo que presentaría, dentro de 40 ó 50 años, el inmenso y actualmente desierto valle del Río Negro, poblado con un medio millón de habitantes y cubierto de pueblos florecientes; teniendo presente que todo esto podría conseguirse con solo levantar, de dos ó tres metros, el agua que ahora corre inutilizada á los piés de las tierras incultas.

El punto á dilucidar se limita, pues, á juzgar si, para llegar á tan magníficos resultados, puede ser suficiente la iniciativa privada; si conviene esperar que ésta se desenvuelva espontáneamente; ó si es necesaria ó conveniente la intervención directa del Estado, y, en este último caso, en qué forma y hasta qué límite deba ella concurrir.

La experiencia constante de todos los países ha demostrado que si un pequeño canal, particular ó colectivo, ha podido dar en muchas circunstancias un resultado útil, la construcción de grandes canales por empresas privadas, ha sido, al contrario, siempre, ó casi siempre, un fracaso económico y la ruina de sus iniciadores. La razón de esta diferencia es tan sencilla cuanto ineludible. Depende exclusivamente del largo período de años que debe pasar para que un canal de grandes dimensiones vea utilizadas sus aguas ó gran parte de ellas. Para la ejecución de un gran canal, destinado al riego de 40 ó 50 mil hectáreas por ejemplo, se requieren, entre estudios y construcción, cuando menos cuatro años, amén de otro para su consolidación. Además, es cosa segura que ningún propietario moverá una palada de tierra, si no ha visto antes correr el agua en el canal; por lo tanto, recién á los cinco años empezarán las primeras tentativas con las dificultades inherentes por falta de práctica y personal idóneo, y, si todo marcha bien, á los 7 ú 8 años empezará recién á formarse en el público la convicción de la bondad de la operación. Pero los movimientos agrícolas son lentos, los capitales que exige una transformación tan radical como la que implica el riego, son grandes, y todo influirá poderosamente á producir nuevas demoras; de manera que, en las circunstancias más favorables, el canal empezará á hallarse en verdadera actividad recién á los 12 ó 15 años. Durante todo este largo período de tiempo la Sociedad ó Empresa concesionaria debe hacer frente á los intereses y amortización del capital invertido, á los gastos anuales de conservación y administración, precisamente como si el canal estuviese en actividad; de aquí el fracaso económico de la operación aunque la obra pueda resultar, con el tiempo, altamente benéfica para el país.

Como acabamos de decirlo, son muy diferentes de los que hace una empresa privada, los cálculos que plantea el Estado cuando emprende una obra de esta naturaleza.

Mientras la empresa no podría vender el agua á precio menor de su costo sin arruinarse, el Estado puede, al contrario, suministrarla hasta gratuitamente y acordar otras franquicias, sin que, por esto, la operación sea necesariamente ruinosa para el Tesoro público; pues, la consecuente transformación

de una región por medio de la agricultura. creará nuevas fuentes de riqueza y movimiento que, directa ó indirectamente, le reportarán también parte de las utilidades.

Esto, no obstante, sería, tal vez, otro error dejar completamente al Estado la iniciativa de estas grandes obras, su ejecución y administración, privándose de la eficaz y poderosa cooperación de la iniciativa y acción particular. El sistema mixto, que se funda sobre la especulación privada, subvencionada por el Gobierno y circundada, por supuesto, por las garantías necesarias, podría representar, quizá, la más práctica y conveniente solución del problema.

La ley italiana concede á los capitales empleados en estas operaciones, un premio de 3 % de interés durante los primeros diez años, el 2 % en la segunda década y el 1 % en la tercera.

Como se observará, la forma en que se efectúa la subvención tiende precisamente á salvar el inconveniente principal señalado, es decir, la falta de renta en el primer período de su funcionamiento. Es posible que en este país fuera necesario aumentar el tipo en los intereses; sin embargo, este sistema representaría siempre una forma muy conveniente de cooperación por parte del Estado, por no exigir el desembolso inmediato de fuertes capitales, y porque la subvención empieza á correr solo cuando la obra se halla en actividad y principia, por su parte, á concurrir al aumento de las rentas del Tesoro. Á estas razones se agrega que, en tal forma, el Estado queda libre de una administración complicada y muy especial, difícil de ser llevada con buen éxito interviniendo los complicados resortes propios de la máquina administrativa.

Dado el modo en que actualmente se halla distribuida la propiedad en las regiones que consideramos, es muy posible que la intervención del Gobierno deba ser llamada á ejercerse allí también en otra forma.

El cultivo intensivo con riego no permite, por los capitales y atenciones que exige, las grandes aglomeraciones de tierra en una sóla mano, como por otras razones no es conveniente la excesiva subdivisión de los predios.

Un máximo de 500 hectáreas para las grandes fincas y un mínimo de 20 para la colonización es lo que más conviene,

advirtiendo que en Lombardia el capital circulante necesario para la explotación de una finca regada de 400 hectáreas se estima en unas 500 mil liras, comprendiendo, por supuesto, animales y anticipos de toda clase.

Aquí, la propiedad se mide por leguas, y sería ocioso esperar que los propietarios actuales puedan poner en estado de cultivo algo más de una exigua parte de sus campos, aun cuando se hallasen animados de las mejores intenciones. Ni será fácil que se dispongan á enagenarlos, tanto por la inclinación y deseo tan general en todos de poseer mucha tierra, cuanto porque, halagados por la alta producción que pueden dar sus campos, es muy posible que exijan precios exagerados, que no podrán ser aceptados por los colonos.

Sería ello un gran error de cálculo por parte de los propietarios y una verdadera desgracia para el adelanto del país, pues todo quedaría paralizado sin ventaja para nadie. Será preciso que los señores propietarios se convenzan de esta gran verdad: «Que es exacto que los terrenos de riego producen mucho, pero la mayor producción es representada y debida únicamente al trabajo acumulado en ellos, y á los capitales invertidos, fijos ó circulantes, en la hacienda agrícola, de modo que poco ó nada queda para la materia bruta». Las tierras incultas son en este caso como un trozo de mármol cuyo valor no puede estimarse en relación al de la obra de arte, que ha sido esculpida en él. Por lo demás, esta verdad ha sido reconocida hace tiempo por los estadistas y escritores competentes en cuestiones agrícolas, cuyas conclusiones son que la máxima parte del valor actual de las tierras cultivadas representa una verdadera propiedad, por cuanto es el resultado del trabajo humano acumulado en ellas, y no un don de la naturaleza, de cuyo goce tenga derecho toda la colectividad.

La gran ventaja de las obras de riego y, en general, de todas las que tengan por objeto el adelanto agrícola y la mayor producción de una región, es que los capitales invertidos en ellas son adquiridos para siempre y arraigados en modo indisoluble en el suelo; y que la mayor parte de ellos está representada por la obra persistente y acumulada de las generaciones de los hormigueros humanos que viven y se re-

producen en él, y que, sin esta ocasión ó necesidad, no se hubiera realizado (*)

La gran extensión de las propiedades puede también resultar fatal al ejercicio de un canal bajo otra forma.

Con la actual distribución de las tierras, será difícil que un gran canal, aún del largo de 20 ó 30 kms., atraviese más de cinco ó seis propiedades de distintos dueños: esta circunstancia dará, por lo pronto, á la obra, el carácter odioso de una verdadera dádiva que el Estado obsequiaría á unos pocos particulares sin que, probablemente, nada hayan hecho éstos para merecerlo; y, en segundo lugar, alejaría la posibilidad de toda competencia en la adquisición del agua, provocando más bien la probabilidad de una coalición entre los propietarios mismos, para imponer al vendedor del agua las condiciones que más les convengan, pues nada pierden en esperar.

Aspecto y éxito muy distintos tendrá la misma obra si aventaja á centenares de propietarios, pues, en este caso, reviste todos los caracteres de un verdadero interés público: serán imposibles las coaliciones, y la competencia, para la compra del agua, resultará mucho más viva entre los propietarios, temerosos de que les pueda faltar si no se apresuran á hacer uso de ella.

Por último, diremos más, y és, que el Gobierno tiene el derecho y el deber de intervenir enérgicamente en el asunto, al objeto de impedir la pérdida inminente y total de los terrenos mis-

---

(*) Como ejemplo típico del aumento de valor que puede alcanzar un terreno, mediante el trabajo del colono propietario y de su familia, referiremos un caso que hemos tenido ocasión de comprobar personalmente. En su última parte, el canal Cavour, en Piamonte, atraviesa una larga zona cubierta de ripio glacial, absolutamente estéril, en que vegeta únicamente la *érica*, arbusto leñoso casi sin hojas, que llega á 50 ó 60 centímetros de altura. Llegada el agua del canal sobre estos terrenos, los propietarios los pusieron en venta á razón de 20 á 30 liras la hectárea, y, por la modicidad del precio, fueron adquiridos por los campesinos más próximos, en pequeños lotes. Aquí empezó la lucha homérica entre la ingrata naturaleza de la tierra y la perseverancia y labor de los colonos, los que principiaron por remover todo el suelo hasta la profundidad de 0m80, cernieron todo el material excavado, colocándolo otra vez clasificado en tres capas: debajo, las piedras grandes y cantos rodados, en medio, el ripio y, por último, arriba, la poca arena y tierra que había quedado formando una capa de pocos centímetros. Colocaron después sobre todo esto cuanto residuo vegetal pudieron recoger, pero, principalmente, guano de pesebre, á razón de 700 á 1000 liras por hectárea. Finalmente, empezó el riego y la formación de los potreros, corrigiendo, y arreglando continuamente los desperfectos del terreno y poniendo siempre nuevo guano. A los dos ó tres años, los estériles eriales, que valían de 20 á 30 liras por hectárea, se transformaron en potreros de primer orden gracias al drenaje perfecto del subsuelo y su valor ascendió á 6 y 7 mil liras la hectárea, quedando siempre á cargo del comprador el canon anual de agua.

mos. Hablando del valle del Río Negro, se indicó cómo la desaparición de toda vegetación sobre extensiones inmensas del valle, combinada con la acción de los vientos, provocaba en unos campos corrosiones profundas en la capa vegetal y formación de extensos medanales en otros. Por lo tanto, á fin de impedir una muy próxima pérdida de los campos del valle, es de imperiosa necesidad cubrir esos campos desiertos de vegetación, como lo eran hace muy pocos años. Es un interés nacional de altísima importancia que está en juego, y la intervención del Estado, en este caso, es legítima, y no podría ser tachada de abusiva y violatoria de los derechos de propiedad, por cuanto la incuria de un propietario no se limita á perjudicar sus terrenos, si no que lleva la desolación sobre los de sus vecinos, quienes tienen derecho de ser amparados por los poderes públicos, los únicos que pueden intervenir.

Por estas consideraciones, si se quiere que el desarrollo agrícola, sin esperarlo mucho de los actuales propietarios, proceda rápido con el concurso de una fuerte inmigración de iniciativas, capitales y habitantes de otras regiones, será indispensable, como se decía, la intervención de los poderes públicos, los que deberán adoptar disposiciones legislativas que obliguen ó exciten la subdivisión de los actuales latifundos, respetando los legítimos intereses de los propietarios, pero, al mismo tiempo, amparando los no menos legítimos y más elevados de la Nación.

APÉNDICE

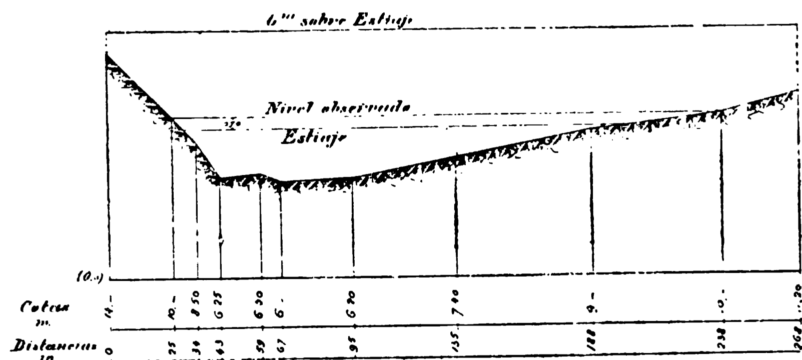
Nota Iª — Aforos de los Ríos Negro, Colorado y Limay. - Nota IIª -- Cálculos justificativos y presupuesto sumario para una obra de embalse en el Lago Nahuel-Huapi.

NOTA 1ª — Aforo de los Ríos Negro, Limay y Colorado

Aforo del Río Negro

En el Río Negro se efectuaron dos aforos, uno un poco arriba de la Estancia de Zorilla, el 1° de Marzo, y, el otro frente á Conesa, el día 28 del mismo mes.

Aforo en la Estancia de Zorilla. — Elejido un trecho del río, bastante rectilíneo, se fijaron dos secciones normales á su dirección general, á la distancia de 50 mts. una de otra, por medio de jalones colocados en las dos orillas. A la distancia de 100 ms. aguas arriba, se situó una plancheta, sobre la cual se trazaron las dos secciones. En un pequeño bote, manejado por cuatro remeros, subieron dos operadores, uno que observaba el momento en que el bote pasaba por la primera sección, y el otro para echar, en ese momento, una sonda de plomo, del peso de 4 kgs, en el río; mientras un tercer operador acompañaba, con la alidada de la plancheta, el movimiento del bote, trazando sobre la misma la dirección que éste tenía al echarse la sonda. De este modo, se pudo obtener la sección del río como está representada en la figura que sigue.



Debemos hacer notar que la gran velocidad del agua y la forma tosca del bote hicieron sumamente penosa esta operación, por cuanto el sondaje no salía, frecuentemente, exacto, y porque para renovar la operación era preciso, cada vez, volver á la orilla y sirgar el bote por algunos centenares de metros. Se pudo, por fin, conseguir mayor facilidad atando éste á un alambre de 250 ms. de largo, amarrado á un fuerte sauce: con esto fué posible hacer oscilar el bote en un arco de círculo que permitió detenerlo lo bastante para efectuar sondajes suficientemente exactos. Sin embargo, la premura del tiempo no permitió efectuar también la misma operación en la segunda sección, como habría sido conveniente hacerlo, para tener el promedio de las dos.

La velocidad superficial del agua se determinó mediante flotadores formados de trozos de sauce de 0,40 á 0,50 ms. de largo, lastrados con piedras en una extremidad, de modo que se conservaran verticales lo más posible. Arrojados al agua bastante arriba de la primera sección, se observó el tiempo empleado para pasar de ésta á la segunda, por medio de un reloj con minutero y quintos de segundo independientes; mientras tanto, el observador en la plancheta trazaba sobre la misma la dirección que tenía el flotante al atravesar las dos secciones; pudiéndose, de este modo, juzgar si había sido explorada suficientemente cada sección.

El tiempo mínimo empleado por los distintos flotadores para salvar la distancia de 50 ms. entre las secciones fué de 27", á la cual corresponde una velocidad máxima de 1.85 ms. Según la fórmula de Bazin, cuando el radio medio es igual ó mayor de 2, como sucede en nuestro caso, se obtiene la velocidad media de una sección multiplicando la máxima superficial por el coeficiente 0,74; de modo que dicha velocidad media, en nuestro caso, está representada por $1.85 \times 0.74, = 1.36$.

Según los datos de la figura anterior se obtuvo, en ese día, una sección mojada de 476 m², resultando un caudal de $476 \times 1.36 = 647$ m³ por segundo.

La determinación del caudal llevado por un río en un día cualquiera, sin ninguna relación con los estados del río mismo en los restantes del año, no representa utilidad alguna práctica, aun cuando fuese posible efectuarla con mucha mayor

exactitud de la que se pudo conseguir con los medios limitados que teníamos á nuestra disposición.

A falta de estas efemérides limnimétricas del río, se pensó obtener los datos más indispensables determinando los aforos en épocas de mayor bajante y en los sucesivos estados del río á un nivel siempre más elevado, hasta alcanzar la altura de mayor creciente. El Administrador de la Estancia del Sr. Zorilla, que vive en la misma orilla del río, nos indicó que su mayor bajante podía corresponder á un nivel de 0.50 á 0.60 ms. inferior al observado en el día del experimento; pero, para mayor seguridad, se ha considerado que este estado se verifique á 0.70 ms. menos, al cual corresponde una sección mojada de 338 m^2.

Para determinar la velocidad, se supuso que la pendiente se conserve igual al día de la observación, lo que es atendible cuando no existen, en el cauce del río, estrechuras naturales ó artificiales que puedan causar una distinta disposición en sus niveles según los caudales de agua que lleve.

En todo el curso del Río Negro, de 636 km. de desarrollo. existe una diferencia de nivel de 261 ms. que podrá alcanzar á 265 ms. en épocas de grandes inundaciones: esta diferencia de 4 ms. se reconcentra más bien en el trecho inferior del río; pero, aunque ella se suponga repartida igualmente sobre todo su curso, es evidente que el aumento es absolutamente insignificante. Repetimos que este raciocinio es aplicable únicamente en el caso de un río libre, sin obstáculos, como precisamente se verifica en el Río Negro. Según el perfil que resulta en la Lámina IV, corresponde á este punto del río una pendiente de 0.62 ms. por km.

Para controlar esta cifra se calculó la pendiente según los datos del experimento efectuado, usando la fórmula de Kutter:

$$v = \frac{100.\ R\sqrt{i}}{2.50 + \sqrt{R}} \qquad (1)$$

á la que, en nuestro caso, corresponden los siguientes valores:

$$v = 1{,}36\ ; \qquad R = \frac{476}{215} = 2{,}21.$$

Sustituidos estos valores en la (1), y efectuadas las operaciones, resulta para la pendiente *i* el valor de 0.58 ms. por km, muy próximo al anterior de 0.62 ms.

Efectuando las mismas operaciones para alturas sucesivas, á cada metro, se obtiene los correspondientes caudales de agua que lleva el río según resulta en la última columna del cuadro que sigue: en el cual, el cero, que representa el máximo estiaje, se considera, como se dijo anteriormente, á 0.70 ms. bajo el nivel observado el día del experimento.

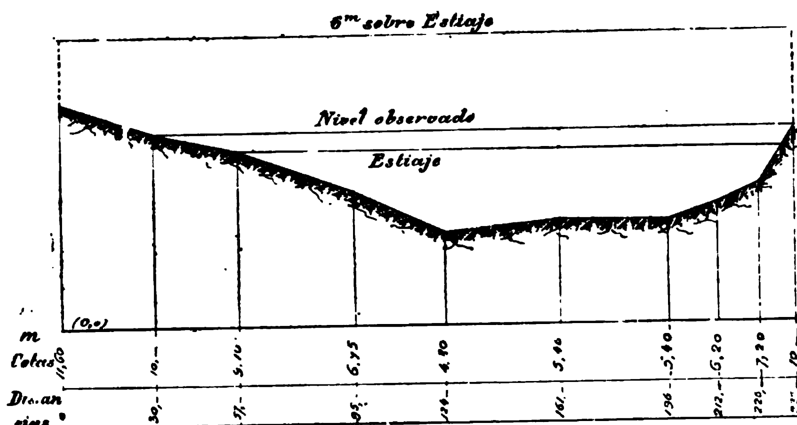
Altura del nivel del río	Area de la Sección m²	Perimetro mojado ms.	Radio medio ms.	Pendiente por km.	Velocidad	Caudal	*Observaciones*
0	338	176	1.92	0,58	1.19	402	Máximo estiaje
0.70	476	215	2.21	«	1.36	647	Nivel de la observación
1.00	544	223	2.43	«	1.44	784	
2.00	780	247	3.15	«	1.77	1380	
3.00	1037	260	4.00	«	2.14	2220	
4.00	1300	269	4.85	«	2.49	3240	
5.00	1563	274	5.71	«	2.81	4400	
6.00	1830	276	6.60	«	3.10	5670	

Aforo frente á Conesa.—El otro aforo se efectuó frente á la villa de Conesa, disponiendo las cosas como en el caso anterior, con la sola diferencia que, gracias á la menor velocidad de las aguas, se pudo hacer el sondaje más fácilmente y sobre las dos secciones, de modo que la que figura en los cálculos es la media de las dos: también los flotantes salieron mejores que los anteriores, usándose al efecto tarros cilíndricos, de hierro, de 0.35 ms. de alto y 0.20 ms. de diámetro, lastrados con ripio.

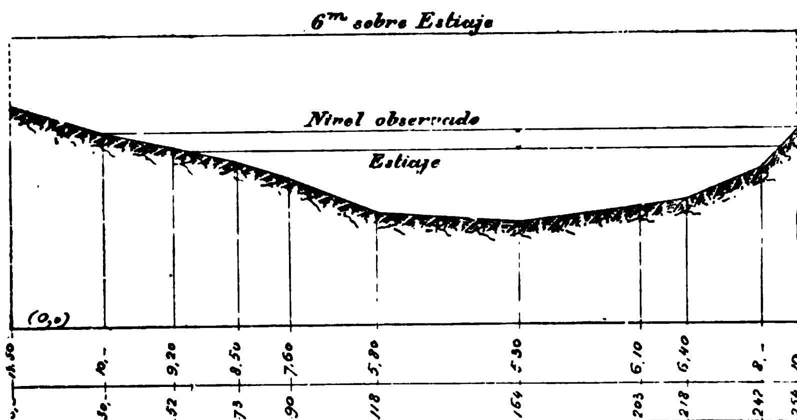
Como se indicó en el Capítulo VI § 2°, en el día del experimento en Conesa (28 de Marzo), el río se encontraba 0.30 metros más alto que en el día de la observación en Zorilla (1° de Marzo); de manera que el máximo estiaje en esa estación corresponde precisamente á 1,00 más bajo del nivel observado.

Según los sondajes efectuados, resultaron las siguientes secciones:

1ª Seccion



2ª Seccion



Estas secciones dan, al nivel observado, respectivamente, un área de 677 m² la primera y de 666 m² la segunda, siendo la media de 672 m².

Procediendo como en el caso anterior, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tiempo mínimo empleado por los flotadores, para recorrer los 50 metros, 35 segundos.

Velocidad máxima correspondiente 1.43 ms.

Velocidad media: 1,43 $\times$ 0.74 = 1.06.

Caudal: 672 m² $\times$ 1.06 = 712 m³, contra 647 m³ encontrados en Zorilla con un nivel del río de 0.30 más bajo.

Para conseguir los caudales del río á sus distintas alturas, empezando del cero, es decir, á la de su máxima bajante, se operó en la forma y con los criterios indicados para la estación Zorilla. La pendiente del río en este punto, según los datos de la Lámina IV, es de 0,30 por kilómetro; mientras la deducida por la fórmula (1) ya indicada, en la que se han sustituido los valores que corresponden en este caso de $v = 1{,}06$ y $R = \frac{672}{215} = 3{,}13$; resulta de 0,22 por km.

Según estos datos, y procediendo siempre como en el caso anterior, los gastos correspondientes á alturas distintas de agua, á partir del máximo estiaje (1 metro bajo el nivel observado) serán los consignados en el cuadro que sigue:

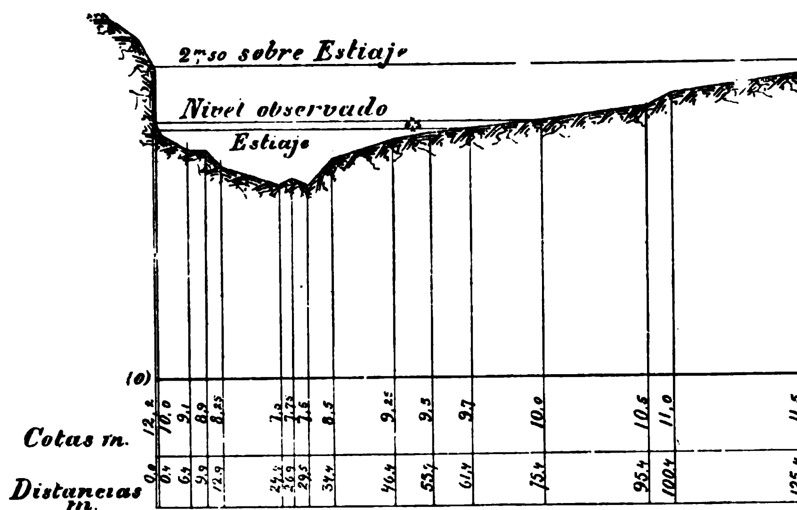
Altura del nivel del río	Area media de las secciones m.²	Perímetro mojado medio	Radio medio	Pendiente por kms.	Velocidad por 1" mts.	Caudal m.³	*Observaciones*
0	$\frac{487+460}{2}=474$	$\frac{177+191}{2}=184$	2.58	0,22	0.93	441	Máximo estiaje
0.70	$\frac{617+600}{2}=608$	$\frac{198+214}{2}=206$	2.95	»	1.04	632	
1	$\frac{677+666}{2}=672$	$\frac{208+223}{2}=215$	3.13	»	1.06	712	Nivel observado
2	$\frac{894+898}{2}=896$	$\frac{229+243}{2}=236$	3.80	»	1.28	1145	
3	$\frac{1130+1155}{2}=1142$	$\frac{241+250}{2}=245$	4.66	»	1.50	1712	
4	$\frac{1367+1407}{2}=1387$	$\frac{243+258}{2}=250$	5.55	»	1.71	2372	
5	$\frac{1600+1650}{2}=1625$	$\frac{245+260}{2}=253$	6.42	»	1.88	3055	
6	$\frac{1836+1900}{2}=1868$	$\frac{247+262}{2}=255$	7.32	»	2.09	3904	

De los números expuestos en las columnas que representan los gastos de agua del río en Zorilla y Conesa, á las mismas alturas, se desprende como éstas, mientras corresponden bastante bien hasta una altura de 2 mts., tratándose de altu-

ras mayores, aumentan mucho más rápidamente las de Zorilla hasta superar de 30 á 40 % las correspondientes á Conesa. Esta diferencia debe atribuirse á la mayor pendiente que tiene el río en Zorilla, no compensada por la más amplia sección del cauce en Conesa; lo que demostraría que, á paridad de caudales, en las épocas de crecientes corresponden mayores alturas en esta última localidad, conforme á la ley general, cuando causas especiales no perturban el fenómeno.

AFORO DEL RÍO COLORADO

El día 6 de Mayo se efectuó el aforo del Río Colorado, frente á la Estación Juan de Garay del ferrocarril al Neuquén: aprovechando de la balsa existente en dicha localidad, se levantó la siguiente sección del río:



Por lo demás, se procedió como en los casos anteriores, consiguiéndose en el día de la operación, los resultados siguientes:

Área de la sección . . . . m² 80,98
Velocidad máxima . . . . 1m por 1"
Caudal: 80.98 × 0,74 × 1.00 = 60 m³

Según los datos proporcionados por el mismo botero de la balsa, el río se encontraba, en el día de la observación, muy cerca de su mayor bajante; pero, para mayor seguridad, se

considera que ésta se encuentra 0,m30 más bajo del nivel observado.

Determinada la pendiente del río, siempre según la fórmula (1) y sustituyendo los valores correspondientes al caso concreto, $v = 0,74$ y $R = 1,07$, ella resulta de 0,46 por km.

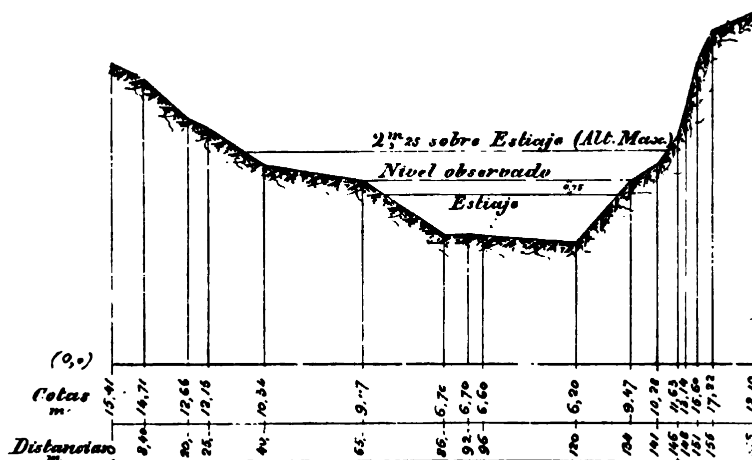
Según estos datos, se deducen los caudales del río á sus distintas alturas; los que se indican en el cuadro que sigue: (*)

Altura del nivel del río	Area de la sección m²	Perímet. mojado ms.	Radio medio ms.	Pendiente por Km.	Velocidad media ms.	Caudal m³	Observaciones
0.	60.67	61.06	0.99	0.46	0.69	42.—	Max. estiaje
0.30	80.98	75.71	1.07	»	0.74	60.—	Nivel de la observación
0.50	96.33	82.71	1.16	»	0.79	76.—	
1.—	144.08	98.21	1.46	»	0.94	135.—	
1.50	194.23	107.71	1.81	»	1.10	213.—	
2.—	252.38	127.41	1.98	»	1.18	297.—	
2.50	314.93	128.71	2.48	»	1.37	431.—	

AFORO DEL ALTO LIMAY

El día 10 de Abril se efectuó la determinación de los caudales del río al principio del emisario.

La sección del río como resulta de la Lámina V, es la siguiente:



(*) Se observará en las distintas secciones que cuando el nivel del agua que se considera sube por encima de la orilla, empezando las inundaciones de los valles, se supone que la

á la cual corresponde (al nivel observado) un área de 154m².

La velocidad máxima superficial, reconocida por medio de flotadores, fué de 2,m60, á la que corresponde una velocidad media de $2{,}60 \times 0{,}74 = 1{,}92$ y, en consecuencia, un caudal de 296 m³.

La pendiente del río, deducida de la fórmula (1), con la sustitución, en el caso especial de $v = 1{,}92$ y $R = 2{,}20$, resultó de 0,0012 por m.; mientras la resultante de la nivelación directa, como aparece en el perfil, en la Lámina V, es de 0,0015, es decir, muy próxima á la deducida por el cálculo.

Según los datos suministrados por un antiguo morador de la localidad, el señor Tauscheck, resultaría que el nivel del río en el día de la observación se encontraba aproximadamente 60 centímetros más alto que la máxima bajante; mientras la altura máxima, á la cual llegaban las aguas del río correspondería á 1,50, siempre sobre el nivel observado. Para mayor garantía, se ha considerado que la máxima bajante fuese de 0,75 resultando una oscilación máxima total de 2,25 entre los niveles extremos del lago.

Con estos datos, los caudales de agua correspondientes á las varias alturas son los que están indicados en el cuadro siguiente:

Alturas del nivel del río ms.	Area de la sección ms²	Perímetro mojado ms.	Radio medio ms.	Pendiente por m.	Velocidad por segundo	Caudales m³	Observaciones
0.	104	59	1.76	0.0015	1.78	185	Mínimo estiaje
0.25	120	63	1.90	«	1.90	228	
0.75	154	—	—	—	1.92	296	Nivel observado
1.25	198	90	2.20	0.0015	2.15	426	
1.75	241	103	2.34	«	2.26	545	
2.25	293	110	2.64	«	2.48	726	Máx. creciente

Como ya se señaló en el Cap. VI, el gasto mínimo correspondiente al cero fué reducido á 150 m³ por segundo, para

sección misma se halla limitada por dos verticales, no teniendo naturalmente en cuenta el agua que corre por los valles, cuya valuación debería hacerse á parte, considerándolos como secciones distintas de la del verdadero cauce del río.

tener en cuenta la disminución de pendiente que se verifica á causa de un pequeño rápido que se forma en la barra cuando hay bajante.

NOTA II — CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS Y PRESUPUESTO SUMARIO PARA UNA OBRA DE EMBALSE EN EL LAGO NAHUEL-HUAPÍ

Se ha indicado ya en el Capítulo XXI, que, para la construcción del embalse para este lago, sería preferible adoptar el sistema conocido con el nombre de «diques Poirée», modificado en el sentido de conservar fijos los caballetes y el puentecito de maniobra, por no ser necesaria la movilidad de ellos en el caso de un lago. Se comprende como con tal modificación desaparece también la necesidad de los caballetes de hierro á corto intérvalo uno de otro, pudiéndose sustituir á los mismos, pilares de mampostería colocados á larga distancia. Se transformaría así la obra en un verdadero puente, que, para comodidad de las comunicaciones de esas regiones, podría, con un gasto poco mayor. robustecerse y ensancharse lo suficiente para destinarlo también al tránsito público.

Los cálculos á efectuarse para determinar las dimensiones de estas obras son los mismos que para cualquier otra obra hidráulica, y no presentan dificultad cuando se conocen los volúmenes de agua máximo y mínimo, que deben pasar á través de ellas, y los niveles extremos que deben tener.

El volúmen mínimo de agua que debe pasar por la obra, es representado por el caudal de estiaje del lago, ya fijado en 150 m^3 por segundo, más el aumento debido á la regularización que, en este lago, es de 100 ó 200 m^3 según se haga el embalse de 2,50 ó 3,50 metros (1); por consiguiente, será de 250 ó 350 m^3 por 1″ según la altura del embalse.

El volumen máximo es representado por el de sus mayores crecientes actuales, encontrado de 720 m^3 por segundo,

(1) La superficie del lago es de 527 kms^2, y, como se vió en el Cap. XX, del embalse de $2,^{m}50$ podrá utilizarse tan solo un metro para aumento de las bajantes extremas, que se producen de mediados de Enero á mediados de Marzo. Por lo tanto, el volumen unitario de que podrá disponerse en ese embalse será $\frac{527.000.000}{60 \times 86.400} = 100$ m^3 en cifras redondas, volúmen que se duplicará en caso de un embalse de $3,^{m}50$.

por cuanto la regularización debe entenderse efectuada á beneficio total del río; es decir, sin posibilidad de que puedan crearse artificialmente crecientes mayores de las naturales.

Se supone á la obra un ancho libre de 110 metros, y, según lo expuesto, deben pasar por ella de 250 á 350 m^3, estando el lago en su nivel mínimo. Es ley en hidráulica que, cuando el agua sale de una luz libre y sin que tenga influencia sobre ella el nivel del canal inferior, como precisamente se verifica en nuestro caso, toda la altura del agua sobre el umbral se divide: en $^2/_3$ partes formadas por la altura de la sección viva que tiene el agua al salir, y $^1/_3$ parte por la inflexión ó salto que se efectúa en su superficie, que representa la carga perdida, para crear la velocidad de salida del agua. Partiendo de esta base la profundidad á la cual debe ser colocado el umbral de la obra, bajo el nivel mínimo del lago, es de 1.20m para un caudal de 350 m^3 y de 1.50m para uno de 250 m^3. Efectívamente, tenemos:

En el 1er caso

$$110 \times \frac{2}{3} \times 1.20 \times 4.43 \sqrt{\frac{1.20}{3}} = 246.40\, m^3$$

En el 2° caso

$$110 \times \frac{2}{3} \times 1.50 \times 4.43 \sqrt{\frac{1.50}{3}} = 344.30\, m^3$$

De lo expuesto se deduce que la altura máxima del agua sobre el umbral será, para un embalse de 2.^{m}50, de 2.50+1.20 =3.70; y de 3.50+1.50=5.00, para un embalse de 3.^{m}50.

En cuanto al nivel que deba tener el lago, cuando por la obra pase un volumen máximo de 720 m^3, él resulta algo menor de 2.^{m}60 sobre el umbral; pues tendremos:

$$110 \times \frac{2}{3} \times 2.60 \times 4.43 \sqrt{\frac{2.60}{3}} = 785{,}27\, m^3$$

La altura á la cual debe colocarse el umbral del edificio de embalse, en relación á la del fondo del cauce del emisario, es arbitraria, entre ciertos límites, cuando se trata de lagos con orillas despobladas: en el proyecto, se encuentra situado más bien alto (aproximadamente al nivel de estiaje del lago), al efecto de disminuir, en lo posible, las excavaciones bajo el nivel de agua y los agotamientos que, si fueran muy abundantes, podrían presentar allí serias dificultades.

A tal altura del umbral, las excavaciones no exceden de 0,^{m}72 bajo el nivel de estiaje del lago, y de 1,65 en épocas ordinarias; lo que hace esperar muy limitadas infiltraciones.

A fin de evitar desvíos del agua, se proyecta colocar el dique de embalse fuera del lecho actual del emisario, proponiéndose cerrar éste después, sin que tal operación pueda presentar graves dificultades; pues aprovechando un período de bajante se podrá cerrar el lago en absoluto, sin que su nivel se levante más de tres centímetros por día.

Esta ubicación de la obra obliga á hacer pasar el primer trozo del nuevo cauce por terrenos más bien elevados, lo que exige grandes excavaciones; pero se piensa que, tratándose de terrenos sueltos, bastará abrir un canal de sección reducida, para que, después, la acción misma de las aguas lo complete.

La necesidad de colocar la obra fuera del cauce actual del río, impone ubicarla en la orilla misma del lago, único lugar donde se encuentra espacio suficiente; lo que la expone á los fuertes oleajes del lago mismo.

Para salvar tal inconveniente, se proyecta construir una defensa ó malecón exterior, de largo de 130 metros, precisamente con dirección normal á la de los vientos dominantes del Oeste.

Tenemos fé, que en día no lejano, se efectuará la navegación hasta el lago, y, por lo tanto, á la derecha de la obra de embalse se proyecta la construcción de una esclusa para salvar la diferencia que existirá, cuando el lago esté embalsado, entre su nivel y el del emisario.

Se ha dado á esta esclusa las dimensiones comunes en los canales de navegación interior, es decir, 30 metros de largo y 5.2 ms. de ancho, con una profundidad ordinaria de agua de 2.^{m}00 y mínima absoluta de 1,50; susceptible de aumento en caso que así se estimara conveniente.

En el Capítulo XXI, se ha indicado que cuando el movimiento de las agujas debe efectuarse manualmente, no es conveniente superar los 3.^{m}50 de agua; sin embargo, en el proyecto se considera poder llegar hasta los 4 ms., mediante un apoyo intermedio, lo que, en nuestro caso, puede efectuarse sin inconveniente por ser fijos los pilares ó los caballetes de la obra.

Con esto, las agujas apoyando en tres puntos, pueden hacerse más livianas, y manejarse con mucha mayor facilidad.

A fin de tener una idea general del monto de una obra de esta naturaleza, según las distintas condiciones en que se quiera construirla, se han estudiado sumariamente tres tipos.

1° Obra de embalse de 4 ms. de altura de agua, con maniobra á mano de las agujas, pilares de mampostería á distancia de 6 ms., pasarela de maniobra, puente carretero y esclusa.

2° Obra de embalse de 4 ms. de agua, como la anterior, sustituyéndose á los pilares caballetes de hierro, á ms. 1,50 de intérvalo, y con la sola pasarela de maniobra.

3° Obra de embalse con 5m de agua, caballetes de hierro, con movimiento mecánico de las agujas y solo la pasarela de maniobra.

En cada uno de los tres tipos se incluye la esclusa y el malecón de defensa.

En la Lámina V, está representado el primer tipo en sus diversas partes; de los otros dos figuran solo las secciones transversales, por cuanto lo demás queda casi invariable.

Los presupuestos de gastos se han confeccionado sobre la base de encontrarse en la misma localidad piedra, pedregullo, arena y madera; mientras que todos los demás materiales, comprendido el cemento, se calcula que provengan de Bahía Blanca, trasportados por el ferrocarril hasta la Confluencia, y, después, en carros hasta el lago, con un flete de 40 $ m/n por tonelada. La mano de obra ha sido valuada á razón de una vez y media lo que costaría en parajes más accesibles.

Cualquiera sea la forma é importancia de la obra que se construya, existe una cierta clase de gastos, que son comunes á todas, y que pueden valuarse como sigue:

Arreglo del camino carretero actual desde la Confluencia hasta el lago.	$ m/n	20.000 —
Adquisición y transporte de medios de desagotamiento para las excavaciones.	» »	6.000 —
Formación de un campamento con los útiles indispensables	» »	10.000 —
Casa habitación para el guardian de la obra. .	» »	5.000 —
Gastos generales de Administración, vigilancia é imprevistos.	» »	19.000 —
Total	$ m/n	60.000 —

PRESUPUESTO DEL Ier TIPO

Obra de embalse con 4 metros de agua y pilares de mampostería

		Cantidades	Precio unitario $ m/n	Importe $ m/n
1° Gastos generales........................				60.000
2° Excavación en seco (se considera la mitad, pues la mayor parte puede efectuarse con auxilio del agua despues de construida la obra) son....................	M^3	60.000	1.00	60.000
3° Excavación en agua....................	«	1.900	3.00	5.700
4° Pilotes, con colocación.................	N°	1.000	12.00	12.000
5° Hormigón en cemento portland.........	M^3	1.500	25.00	37.500
6° Mampostería en piedra, con mezcla en cemento portland.....................	«	1.500	30.00	45.000
7° Compensación por cara-vista (precio medio).................................	M^2	2.900	6.00	17.400
8° Piedra canteada........................	M^3	280	100.00	28.000
9° Enrocamiento, aguas abajo de la platea.	«	440	8.00	3.520
10° Revestimiento de los taludes del canal, aguas abajo de las compuertas........	M^2	2.000	5.00	10.000
11° Maderas con su colocación	M^3	230	40.00	9.200
12° Hierros para tirantes	Kgs.	2.000	0.40	800
13° « labrados para escuadras, ensambladuras, etc..........................	«	3.000	0.60	1.800
14° Herramientas..........................	«	4.000	0.50	2.000
15° Compuertas de las esclusas, con válvulas.	«			4.000
16° Muro de defensa de la izquierda, aguas abajo.................................	Ml	20	120.00	2.400
17° Terraplen para cerrar el cauce viejo....				15.000
18° Malecón exterior, de defensa............	«	120	200.00	24.000
Imprevistos............................				41.680
TOTAL......				380.000

PRESUPUESTO DEL II° TIPO

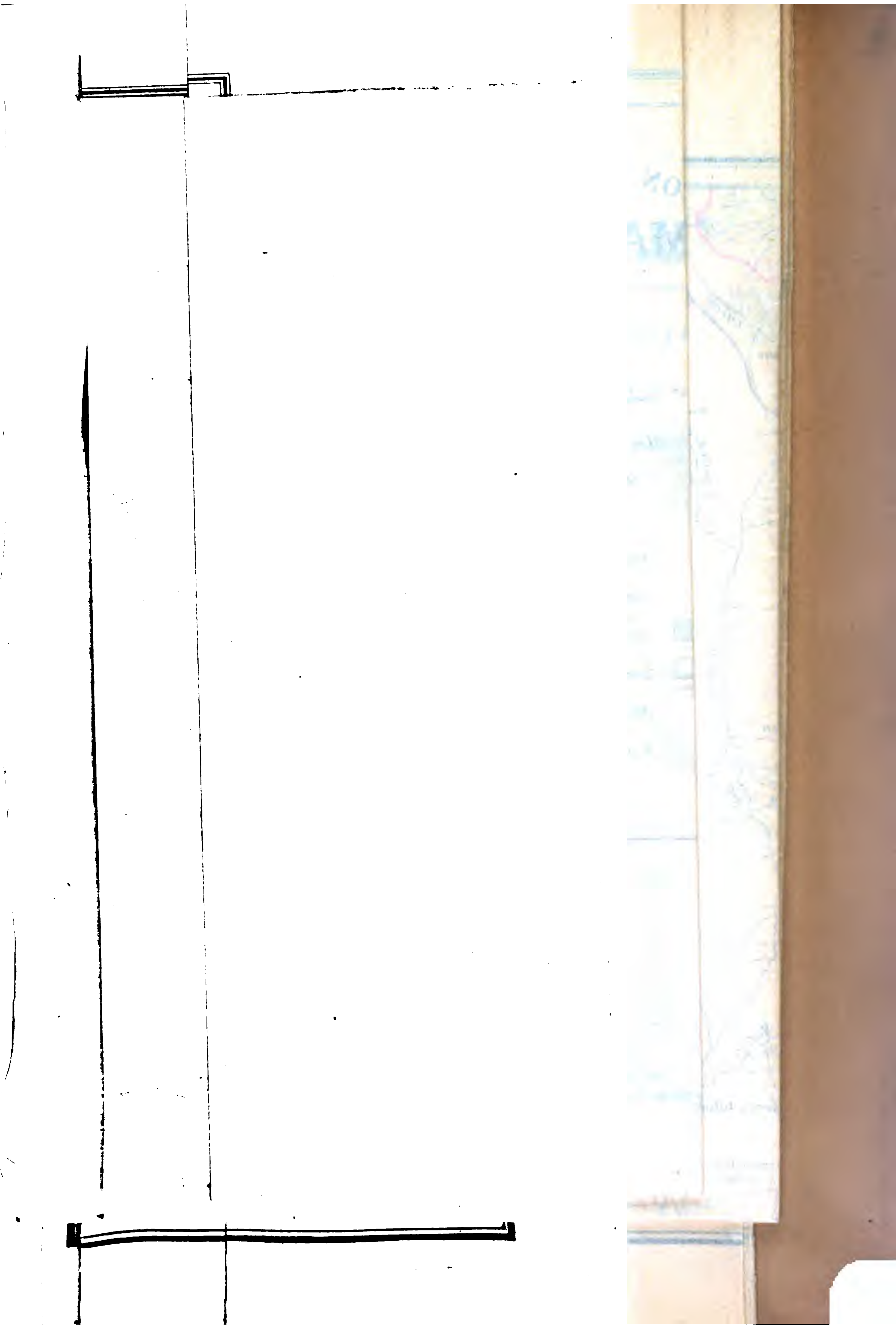
OBRA DE EMBALSE CON 4 METROS DE AGUA Y CABALLETES DE HIERRO

		Cantidades	Precio unitario $ m/n	Importe $ m/n
1° Gastos Generales (como en el 1er Tipo.)				60.000
2° Excavación en seco, (id. id.).....				60.000
3° Excavación en agua........	M³	1.400	3.00	4.200
4° Pilotes con colocación (id. id.).....				12.000
5° Hormigón con cemento portland........	«	1.200	25.00	30.000
6° Mampostería en piedra.................	«	970	30.00	29.100
7° Compensación por cara-vista............	M²	1.600	6.00	9.600
8° Piedra canteada.........................	M³	230	100.00	23.000
9° Caballetes de hierro	Ton.	22	500.00	11.000
10° Enrocamiento, aguas abajo de la platea.	M³	440	8.00	3.520
11° Revestimiento (como en el 1er Tipo).				10.000
12° Madera con su colocación	«	70	40.00	2.800
13° Herramientas..........................	Kgs.	1.600	0.50	800
14° Compuertas con válvulas (id. id).....				4.000
15° Terraplén para cerrar el cauce viejo (como en el 1er Tipo)....				15.000
16° Muro de defensa de izquierda; aguas abajo	Ml.	20	120.00	2.400
17° Malecón exterior (como en el 1er Tipo).				24.000
Imprevistos...........................				38.580
TOTAL......				340.000

PRESUPUESTO DEL III^er TIPO

Obra de embalse con 5 metros de agua y caballetes de hierro

		Cantidades	Precio unitario $ m/n	Importe $ m/n
1° Gastos generales (como en el I° y II° Tipo)				60.000
2° Excavación en seco, (id. id.).....				60.000
3° Excavación en agua........	M³	1.700	3.00	5.100
4° Pilotes con colocación, (id. id.).....				12.000
5° Hormigón	«	1.400	25.00	35.000
6° Mampostería en piedra.................	«	1.230	30.00	36.900
7° Compensación por cara-vista...........	M²	1.870	6.00	11.220
8° Piedra canteada.......................	M³	250	100.00	25.000
9° Caballetes de hierro	Ton.	40	500.00	20.000
10° Enrocamiento..........................	M³	500	8.00	4.000
11° Revestimiento (como en el I° y II° Tipo).				10.000
12° Madera con su colocación.............	«	120	40.00	4.800
13° Herramientas...........................	Kgs.	2.000	0.50	1.000
14° Compuertas con válvulas...............				5.000
15° Muro de defensa (id. id.).....				2.400
16° Terraplen para cerrar el cauce.........				15.000
17° Malecón exterior	Ml	120	300.00	36.000
Imprevistos.............				56.580
Total......				400.000





342-2



342-3

China Muerta

201

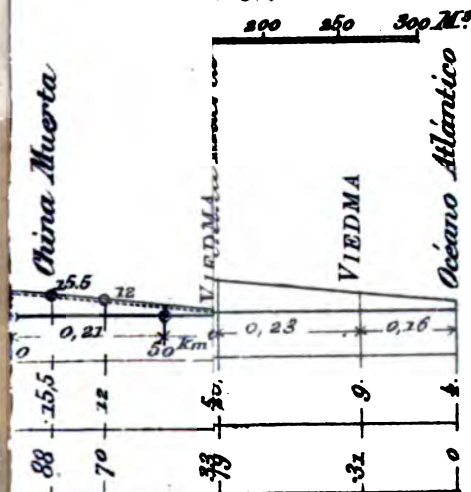
88 15,5 0

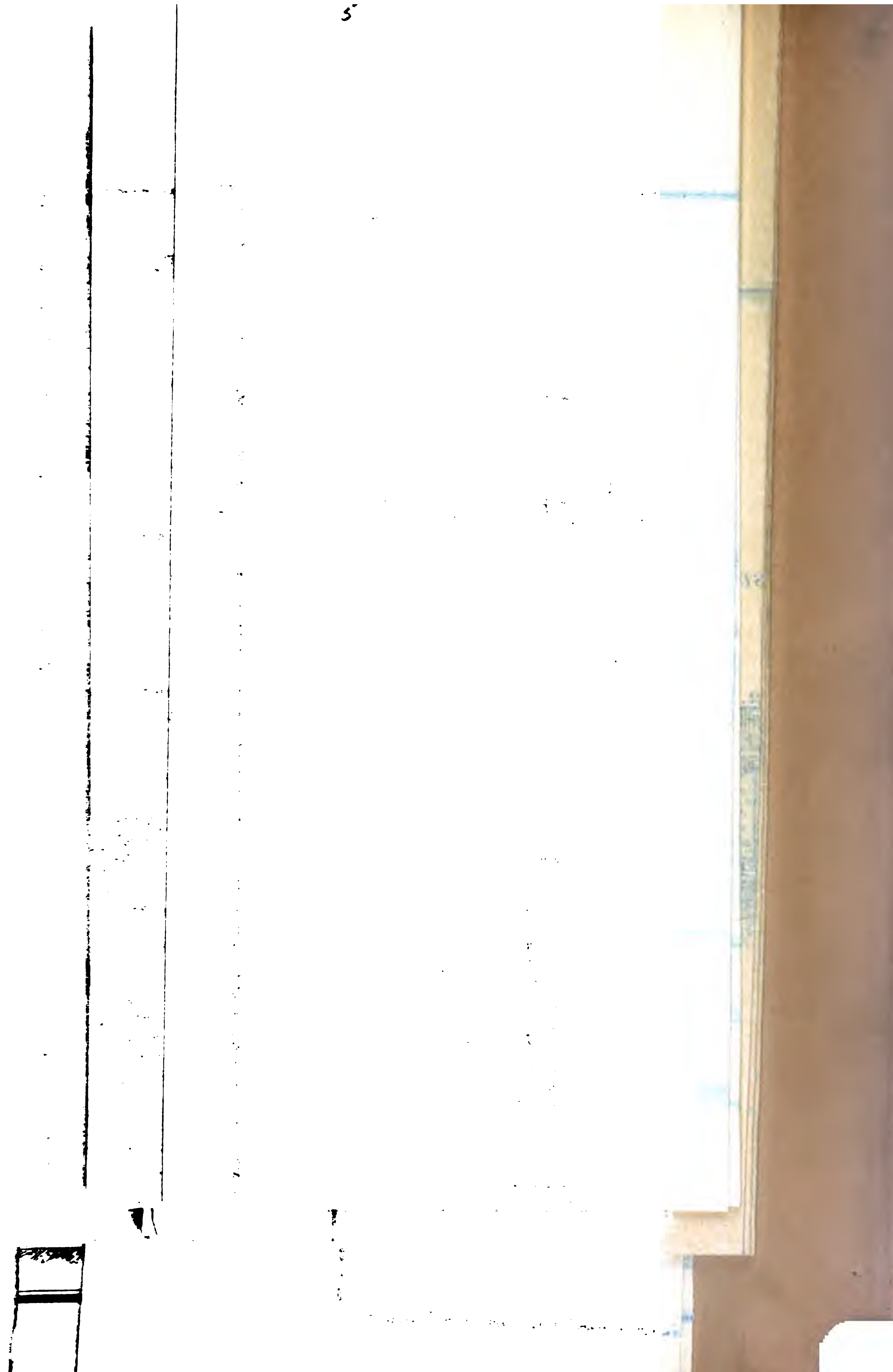
RTES DEL VALLE

Orilla Norte

rte	I—	Hectáreas	3.000
	II—	»	4.000
	III—	»	20.000
	IV—	»	27.000
	V—	»	1.000
	VI—	»	92.000
	VII—	»	
	VIII—	»	10.000
	IX—	»	48.000
	X—	»	
	XI—	»	77.000
Total hectáreas..			282.000

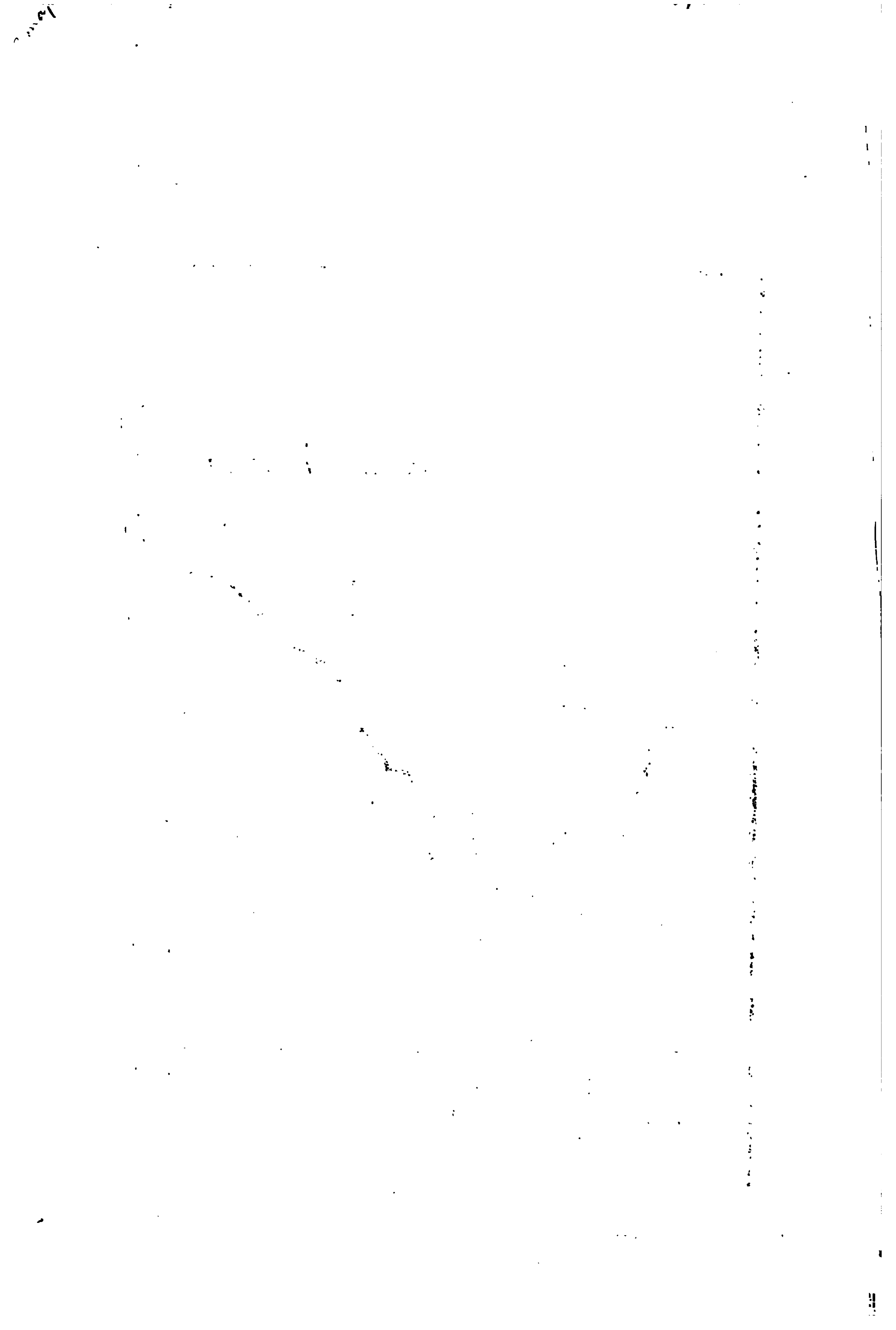






Lamina VI





7

RÍO N

GACI

S

Salado

terra

Escal

3.00

del di

3,00

3 por 1



